Revue scientifique

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Revue scientifique. 1884-1954.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF.Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer ici pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

REVUE
SCIENTIFIQUE

FONDÉE EN 1863

PARAISSANT LES DEUXIÈME & QUATRIÈME SAMEDIS DE CHAQUE MOIS

AVEC 99 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

ANNULÉ

60e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1922

PARIS

BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE & LITTÉRAIRE (REVUE BLEUE)*

ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*

286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

—

1922

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'IMPRIMERIE ET DE PUBLICITÉ
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
PARIS, 2, rue Monge (V^e^) ; ANGERS, 26-28, Boulevard du Château.

REVUE SCIENTIFIQUE

Revue Scientifique

Administrateur :
PAUL GAULTIER

Directeur de la Rédaction :
CH. MOUREU
Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine
Professeur au Collège de France.

Secrétaire Générat de la Rédaction :
R. DONGIER
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Secrétaire de la Rédaction :
L. FRANCHET

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

Nº 1 — 60e ANNÉE — 14 JANVIER 1922

LE CONGRÈS DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'ANTHROPOLOGIE DE LIÈGE [1]

I. — Discours de M. Max Lohest, professeur a l'Université de Liège

Mesdames, Messieurs,

L'Office national belge est heureux de souhaiter la bienvenue aux membres de l'Institut international d'Anthropologie.

Certes, on pouvait s'attendre au succès d'un appel signé de noms tels que ceux du Prince Bonaparte, du Dr Georges Hervé, du Dr Capitan, du Dr Papillaut, du comte Bégouen; mais le succès de cette réunion, organisée à un moment où les voyages présentent encore tant de difficultés matérielles et surtout financières, semble dépasser toute espérance. On compte parmi vous, non seulement des représentants autorisés du monde scientifique, mais encore des hommes éminents appartenant à l'armée, à la magistrature, à la politique, à l'industrie et au commerce, qui ont cru devoir affirmer par leur présence ici l'intérêt qu'ils portent à vos études.

Les anciens maîtres qui, en Belgique, ont posé les premières bases de l'Anthropologie préhistorique : Houzé dont nous venons de déplorer la perte récente, Schmerling-Spring, Malaise, Dupont, Julien Fraipont, seraient bien surpris de la faveur dont jouit aujourd'hui cette science.

Les hommes de mon âge se souviennent encore du dédain qu'on affectait jadis pour ce genre d'études. C'est en vain, il y a une trentaine d'années, que quelques esprits d'élite réclament une place pour l'anthropologie dans l'enseignement supérieur. Mais l'on voit peu à peu l'opinion se modifier. Partout les chercheurs se multiplient. De nouvelles découvertes viennent confirmer et préciser les anciennes L'on établit scientifiquement la contemporanéïté d'espèces animales, aujourd'hui disparues, et d'un homme anatomiquement différent des hommes actuels.

L'on se trouve donc en présence d'un long et mystérieux passé à explorer. On signale bientôt, dans le midi de l'Europe, en Espagne et en France, des œuvres d'art étonnantes de vie, produites par l'homme contemporain du Renne.

Un esprit cultivé ne peut plus, dès lors, ignorer les grandes découvertes de l'anthropologie préhistorique.

Mais cette science va bientôt s'accroître, en annexer d'autres et passionner les intelligences.

Aujourd'hui, les gouvernements du Danemark, de l'Italie, de la Hollande, du Portugal, de la Tchéco-Slovaquie, de la Suisse, de la Yougoslavie, se joignent à la France et à la Belgique pour organiser cette session.

La France charge MM. Labbé, son consul, et MM. Cartailhac et Paul-Boncour de la représenter officiellement ici.

Le gouvernement italien confie la même mission à M. Niceforo et au colonel Consiglio.

En Belgique, le Ministre des Sciences et des Arts, M. Destrée, auquel on doit tant d'heureuses initiatives et d'amélioration dans l'organisa-

(1) Discours prononcé à Liège, à l'ouverture du Congrès, le 25 Juillet 1921.

tion de l'Instruction publique, avait accepté de présider le Comité d'organisation de cette session. Il vient d'être empêché d'assister à cette séance.

Messieurs les délégués des Gouvernements, des Académies, des Sociétés scientifiques, nous sommes fiers et reconnaissants de votre présence ici et heureux de vous y souhaiter la bienvenue.

*
* *

Si l'on cherche les causes de l'élan actuel vers l'Anthropologie, il faut mettre, en première ligne, les progrès de cette science, dont le caractère romantique disparaît et la précision s'affirme de jour en jour.

Mais on peut aussi en trouver un motif dans l'état des esprits durant la période terrible que nous venons de traverser.

C'est en pleine guerre, dans l'inquiétude du lendemain, que se fonde à Liège une Association pour l'étude des Sciences Anthropologiques et se pose la première pierre d'une Ecole d'Anthropologie.

C'est à l'armistice que le Portugal réclame la mise au programme, et à titre obligatoire dans les Universités, des notions d'Anthropologie.

C'est au même moment que la nation, toujours à la tête des initiatives les plus généreuses, crée à Paris un Institut d'Anthropologie en faisant appel à la collaboration de tous les peuples civilisés.

Qui de nous, en effet, ne s'est point demandé durant la guerre si l'espoir en une humanité meilleure était fondé? Si l'homme qui avait fourni la preuve d'une perfectibilité morale, en abolissant l'esclavage, n'allait pas le rétablir en dépassant les raffinements de cruautés imaginés jadis par les barbares? Si pour l'homme la marche au progrès ne se résumait pas uniquement dans la recherche et l'invention de moyens de plus en plus aptes à le détruire?

C'est de ce sentiment de stupéfaction et de ce désir unanime d'éviter des tourments où les plus nobles conquêtes de l'esprit menacent de sombrer qu'est née, pensons-nous, cette aspiration générale de mieux connaître les races humaines dans leur origine, leur réalité, leurs tendances.

Existe-t-il d'ailleurs une étude à la fois plus séduisante et plus digne que rechercher dans le passé l'explication du présent et des indications pour l'avenir.

D'essayer en somme de balbutier une réponse à ces énigmes éternelles : Que sommes-nous ? D'où venons-nous ? Où allons-nous ?

Mais si l'anthropologie, non contente d'étudier l'homme actuel, se pose des questions telles que celles de son origine et de son avenir, c'est avec modestie et sincérité en observant d'abord des faits et sans essayer d'en tirer autre chose que ce qu'ils renferment de positif et d'absolu.

Réclamant le concours de toutes les sciences pour asseoir ses conclusions sur une logique rigoureuse, elle finit par s'élever au-dessus de toutes. Elle s'établit dès lors dans une région calme et sereine, planant au-dessus des divergences de croyances de races et d'opinions ; elle cherche d'abord à constater les faits, et, en rétablissant leur synthèse, elle aspire à indiquer les méthodes les plus aptes à faciliter la marche de l'humanité dans la voie du progrès.

Philosophique dans son essence, elle finit par obliger toutes les philosophies à sortir d'une région parfois trop spéculative pour prendre contact avec la réalité et le possible. Ayant plus que toute autre science la conscience de l'imperfection du savoir humain, elle est imprégnée d'un esprit de liberté et de tolérance, admettant, en dehors des faits de la logique rigoureuse qui en découle, tout un domaine où règne l'opinion et où le choc des idées est éminemment désirable puisqu'il produit à la longue un rapprochement de l'esprit et de l'asymptote éternelle de la vérité pure.

On a vaguement l'impression que cette science contient en germe les principes directeurs de l'organisation des sociétés futures, et, dès lors, il nous semble naturel de voir réunis dans ce local des savants et des hommes politiques d'opinions certes très différentes mais cherchant tous à établir avec sincérité les bases de la société de demain.

Et de cette aspiration vers la paix naissait également le désir d'élever les masses au-dessus des appétits égoïstes et grossiers, de les éclairer, de les assainir, de les protéger, et, *d'arriver* peut-être, en leur indiquant comme but de la vie la recherche de la vérité, de la beauté et de la justice, à aplanir les dissentiments et les rancunes héréditaires.

Dès lors le domaine de l'Anthropologie s'élargit ; aux anciens programmes on adjoint aujourd'hui la Criminologie, l'Eugénique et la Sociologie.

*
* *

Le programme dont vous avez pris connaissance embrasse presque toute l'étendue de l'Anthropologie ; l'homme, les races actuelles, les races anciennes, l'origine du langage, de l'art, des croyances, des coutumes, l'organisation des

sociétés, les mesures à prendre pour leur sécurité et leur développement. Et cependant trouverez-vous peut-être cet immense champ d'études encore trop restreint ; car, dans ce domaine de l'anthropologie, chaque fait nouveau laisse entrevoir une énigme nouvelle, et, chaque découverte soulève à peine un coin du voile qui cache la vérité.

Nous trouvons ici assemblés, des penseurs, des amis de la science, et des savants bien connus pour avoir brillamment exploré l'une ou l'autre partie de l'Anthropologie.

Messieurs, beaucoup d'entre nous ont lu vos travaux et apprécié vos œuvres. Vos noms nous sont familiers.

Vous êtes déjà nos amis, comme le sont les auteurs que nous aimons à lire. Nous sommes heureux d'avoir aujourd'hui l'occasion de vous rencontrer et de vous entendre. Soyez les bienvenus.

Je ne puis vous citer tous, vous êtes trop nombreux. Et d'ailleurs la compétence me manque, m'étant borné au domaine de l'Anthropologie préhistorique. Permettez-moi donc de faire une seule exception pour un préhistorien d'élite le plus vénérable et le mieux connu d'entre vous : Cartailhac.

Cartailhac, qu'un savant tel que Marcellin Boule, dans son ouvrage récent sur les hommes fossiles, place avec une affectueuse reconnaissance à la tête des maîtres qui l'ont le mieux guidé dans la science anthropologique ; — Cartailhac, le directeur de la Revue : *Matériaux pour servir à l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme* ; — l'auteur de ces beaux livres : *Les âges préhistoriques de l'Espagne et du Portugal, et La France préhistorique*, qui, paru il y a trente-cinq ans, semblent dater d'hier. — Cartailhac qui, aidé de disciples et de collaborateurs célèbres dont plusieurs nous font l'honneur d'assister à cette réunion, a révélé cet art merveilleux de l'homme de l'Age du renne.

Un savant compétent, Cartailhac, fera demain l'analyse de votre œuvre!

Mais nous sommes d'autant plus heureux de vous saluer ici que vous êtes un bien vieil ami de la Belgique. Il y aura bientôt cinquante ans, en 1872, à la réunion de Bruxelles, vous visitiez les grottes de la Lesse en compagnie de Hébert, de D'Homalius, de Dupont, de l'illustre Broca, de Gaudry, de Gosselet, pour ne citer que des célébrités.

Vous y annonciez cette belle découverte de l'homme fossile de Laugerie Basse, ce contemporain du Renne, en Dordogne.

Nous vous retrouvons à Liège en 1899 jetant un véritable éclat sur la réunion organisée par Julien Fraipont. Vous prenez activement part aux discussions et nous parlez avec enthousiasme des œuvres de ces artistes de l'Age du renne qui vivaient en France des milliers d'années avant les civilisations de Chaldée et d'Egypte !

Vos visites pour nous furent toujours fécondes. Vous savez en passant semer la bonne graine. Et aujourd'hui, à une époque d'où un mystérieux courant d'indolence semble affaiblir toutes les volontés, vous nous offrez, rien que par votre présence ici, un exemple superbe de vaillance, de dignité et d'énergie. Nous vous en sommes reconnaissants.

*
* *

Mais permettez-moi, Mesdames et Messieurs, de pénetrer un instant dans l'intimité de votre pensée.

Si vous, anthropologues, avez choisi Liége comme lieu de votre première session, c'est en partie, pensons-nous, parce que vos études vous ont convaincus que l'être humain n'était pas entièrement soùmis aux lois qui dirigent la bête dans son évolution. Si vous êtes venus dans cette salle, en face d'une place encore entourée de ruines, où le 20 août 1914 d'innocentes victimes furent rejetées dans les flammes de leurs demeures incendiées, c'est un peu avec le désir de venir célèbrer ici un triste mais glorieux anniversaire et de protester une fois de plus au nom de l'humanité pensante.

Car vous vous êtes rappelé qu'il y a sept ans, notre ville *fut la première* à supporter le choc d'êtres prodigieusement armés dans la lutte pour la vie, mais dirigés par des chefs qui professaient une inhumaine doctrine de la force ; doctrine qui autorise tous les crimes depuis la violation des traités et des conventions jusqu'au supplice des innocents ; doctrine qui ordonne de semer l'effroi et la terreur dans l'espoir de récolter la lâcheté et la soumission rapide.

Mais les chefs qui, dans la conduite de leurs troupes, adoptaient de telles maximes, commettaient des erreurs de psychologie sociale.

Ils avaient oublié dans leurs calculs de tenir compte de la valeur morale des peuples qu'ils combattaient, et en agissant en vertu du principe du *droit du plus fort*, principe directeur de l'évolution *bestiale*, ils perdaient de vue qu'ils finiraient par s'écraser contre la muraille de la réprobation humaine.

Partis sur de telles erreurs anthropologiques ils devaient aller à la déroute ; ils devaient être vaincus et ils l'ont été.

Mesdames et Messieurs, parmi les nombreuses illustrations présentes, le président de l'Institut international d'Anthropologie porte un nom près duquel tout qualificatif semble mesquin.

Bonaparte! Mais si ce nom est vénéré, ce n'est pas seulement parce qu'il nous apparaît tout auréolé de gloire militaire. Tout ce merveilleux éclat de génie guerrier, de batailles triomphantes pâlit en présence de la lumière d'un petit livre que le héros sut inspirer, d'un traité de sociologie à l'usage des familles et des sociétés modernes : *le Code Napoléon*. Mais ce livre, réduit en son volume et immense dans sa pensée, est conçu dans un sentiment de justice, dans l'idéal que vous entrevoyez et que beaucoup d'entre vous poursuivent dans leurs études anthropologiques, celui d'une humanité plus éclairée, meilleure et plus heureuse.

Au début du XIX^e^ siècle, Napoléon-Bonaparte venait à Liège. Il était alors dans le terrible éclat de sa puissance. A plus de cent ans de distance, un autre Bonaparte s'arrête dans notre ville. C'est un ancien ami de la Belgique ; il y a passé son enfance. C'est un homme éminent. Membre de l'Institut de France, à la fois géographe et anthropologue, il est l'âme et le chef de cette vaillante Société de géographie qui poursuit le but de compléter *pacifiquement* la conquête scientifique du monde. Il est aussi le président de l'Association pour l'enseignement des sciences anthropologiques, de votre Institut International d'Anthropologie, auquel il a proposé de réunir à Liège les savants de tous pays qui poursuivent également l'idéal reflété par le Code Napoléon, celui d'une société meilleure.

Je vous propose d'acclamer et de choisir Monseigneur le Prince Bonaparte pour la présidence de cette session.

Max Lohest.
Professeur à l'Université de Liège.

II. — Discours du Prince Roland Bonaparte

Mesdames, Messieurs,

C'est une grande joie pour les Anthropologistes que de pouvoir aujourd'hui tenir leur session sur le sol de la Belgique indomptable, dans le règne d'un souverain qui, au milieu des épouvantements et des ruines sut toujours se montrer héroïque soldat, et d'une gracieuse souveraine, Reine de la Charité.

Je suis profondément touché de l'honneur que vous me faites en me choisissant pour présider à vos travaux. Les statuts de notre jeune Institut International d'Anthropologie vous laissant libres de choisir parmi vous le président particulier pour la durée de la session ; vous n'avez pas voulu user de ce droit et vous avez désiré que le Président permanent de l'Institut fut aussi le Président de la session de Liège.

Je comprends toute la portée de cette manifestation sympathique, je vous en remercie et je tiens à en souligner toute la signification.

En me désignant, vous avez voulu rendre hommage à la science française, toujours prête aux initiatives hardies. J'ai connu, en effet, intimement ceux qui ont donné un élan qui s'est propagé ensuite dans toutes les nations civilisées; je me suis intéressé, dès la première heure, à leur œuvre, et j'ai pris une part active à leurs travaux. Je ne vous rappellerai point les noms de tous ces initiateurs, mais il en est un que je ne saurais passer sous silence ici, parce que nous ne faisons que continuer, en élargissant, l'œuvre qu'il avait si solidement créée. Tout le monde a deviné que je veux parler de Broca. Esprit clair et méthodique, il a apporté dans toutes ses recherches une prudence, une critique aiguë, un jugement pratique et sûr, qui imposent encore la lecture de ses écrits à tous les jeunes étudiants de notre science ; il lui a donné une base inébranlable, et il y a ajouté des organismes scientifiques dont notre Institut n'est que le couronnement ; c'est Broca, en effet, qui a créé en 1859 la première Société d'anthropologie, dont je vois ici de nombreux anciens présidents ; c'est lui, qui a créé un Laboratoire dont le directeur est un secrétaire général de notre Institut ; c'est lui enfin, qui a été l'organisateur de cette Association pour l'enseignement des sciences anthropologiques dont je suis le Président, de cette Ecole d'anthropologie de Paris qui a eu l'initiative de notre Institut International et est le siège de son Office central et de son Secrétariat permanent.

Je ne faisais donc qu'exprimer un fait, palpable pour ainsi dire, et qui saute aux yeux des moins prévenus, en disant que nous continuons la pensée du maître regretté. Et vous me pardonnerez d'avoir insisté sur ces origines, en pensant avec moi que les organismes scientifiques sont comme les organismes animaux ; ils ne peuvent croître et progresser qu'en développant les qualités héréditaires et traditionnelles qui ont assuré leur existence dans le passé, et auxquelles ils doivent s'attacher fidèlement pour assurer leur avenir.

Vous êtes sûrement de cet avis, Monsieur Lohest, vous dont les travaux de paléontologie ont fait époque dans la science, en établissant d'une façon définitive la réalité de la race quaternaire,

travaux qui remontent presque à l'époque de Broca ; ce qui ne vous empêche pas de présider, avec une ardeur d'esprit et une activité admirables, le jeune Office National Belge, le premier créé entre tous. Vous symbolisez mieux que personne la tradition scientifique avec l'initiative nouvelle. Et c'est pourquoi je sais que vous vous unirez à moi pour rappeler ici le souvenir de notre savant collaborateur Julien Fraipont, que j'ai eu le plaisir de recevoir autrefois chez moi, et dont la disparition prématurée nous eût laissé tant de regrets si son fils ne faisait pas revivre parmi nous sa science, son activité et toutes ses qualités d'esprit et de cœur.

C'est à vous deux et à tous vos collaborateurs que je dois adresser tout d'abord nos vifs remerciements pour la réception que vous nous avez préparée. La jeune Ecole d'Anthropologie de Liège, à peine fondée, a tendu la main à son aînée de Paris par dessus la frontière — si toutefois il y a des frontières entre les deux nations sœurs, — et tout de suite cette union s'est comme matérialisée dans une publication unique : la *Revue Anthropologique* est devenue l'organe des deux Ecoles, pour élargir aussitôt son action et l'étendre à tous les membres de l'Institut International.

Tout concourait donc à établir notre première assemblée générale à Liège et, avant toute autre la ville de Bruxelles l'a fort bien compris. Avec un désintéressement qui n'a surpris personne, la brillante capitale de la Belgique s'est empressée de venir aider sa jeune et fière émule et s'est réunie à elle dans l'Office national belge. A vous tous, si étroitement confondus dans une fraternelle collaboration, j'adresse les cordiales félicitations de l'Institut, tout en déplorant profondément la disparition du Maître de l'anthropologie belge, notre éminent collègue et ami Houzé, membre de notre conseil de direction, qui laisse parmi nous d'unanimes regrets.

J'ajouterai que le choix de Liège pour notre première session a une haute signification morale qui marquera d'une empreinte ineffaçable notre organisation scientifique; c'est votre cité qui s'est dressée la première contre l'invasion destructrice et pillarde et a su, grâce à son héroïsme, ralentir un élan qui est venu se briser définitivement dans les plaines de la Marne. Quelle est donc la signification morale que tous ces faits, grands ou petits, tendent à symboliser devant nous ?

Ce n'est certes pas que notre Institut doive jamais être une œuvre de haine et de lutte. Quand le monde a entendu parler de guerre joyeuse, de pillage et d'extermination des races vaincues, il n'y a jamais reconnu la voix de la France. Ces théories sauvages ont toujours été étrangères à sa pensée sereine et à sa haute raison. Ses penseurs et ses savants ont su garder une indépendance de pensée qui est indispensable aux recherches scientifiques, et est particulièrement utile dans une science aussi complexe que l'Anthropologie, dont les investigations portent sur les sentiments les plus délicats de la nature humaine. Le discours d'un Descartes sur la Méthode, les réflexions d'un Lavoisier sur les grandes découvertes chimiques, les directives expérimentales d'un Claude Bernard, d'un Pasteur, d'un Broca, d'un Quatrefages, ne sont pas seulement des trésors d'inspiration pour la pensée humaine : ce sont, avant tout, des *œuvres de bonne foi, de recherche consciencieuse et d'interprétation loyale*. Et, dès le XVI^e^ siècle, notre immortel Rabelais leur indiquait la voie à suivre, dans une formule magnifique qui sera, si vous le voulez bien, notre devise : *Science sans conscience n'est que ruine de l'âme.*

Je suis loin de prétendre que cette loyauté dans la science soit le monopole de ma patrie. Chacune des nations qui est présente, et dont je salue les représentants avec une cordiale sympathie, trouverait facilement chez elle de nobles exemples. Vos maîtres sont des émules des nôtres, notre idéal scientifique est le même ; et c'est précisément cette unanimité qui constitue notre raison d'être et assure la durée et l'efficacité de notre collaboration.

La science, remarquons-le bien, ne peut vivre sans cette confiance réciproque. Nous utilisons des documents relevés chez tous les peuples du globe ; leur mise en œuvre constitue un travail pénible, dont vous connaissez mieux que personne les multiples difficultés. Or, nous ne pouvons ajouter à cette tâche déjà si lourde le soin de vérifier sur place la bonne foi des observations; la critique des erreurs involontaires exige déjà tant d'efforts et de perspicacité : un savant n'est pas un policier, nos travaux ont pour base un acte de foi dans la loyauté de nos collaborateurs. Nous avons donc le devoir de choisir avec soin ces collaborateurs, et d'éliminer rigoureusement tous ceux qui, par un acte significatif de leur vie scientifique, ont mérité de notre part quelque légitime soupçon.

C'est un devoir, car, en cultivant l'Anthropologie, en dégageant les lois scientifiques dont elle est susceptible, nous acceptons du même coup, ne l'oublions pas, une véritable responsabilité morale, devant l'Humanité attentive. Nos recherches ont une portée pratique considérable, et des erreurs graves de notre part pour-

raient pousser les Sociétés vers des crises redoutables. Celle dont nous sortons avec tant de peine n'est-elle pas due, en partie, à une anthroposociologie volontairement faussée ?

***

Un simple regard sur le programme des travaux pendant cette session vous prouvera, sans que j'y insiste longuement, la valeur aussi bien théorique que pratique des sciences anthropologiques. La première section doit organiser des enquêtes pour étudier les caractères des races humaines, leur valeur et leurs aptitudes à se croiser entre elles ; que de théories ont été émises sur ce sujet, que de discussions philosophiques ont été soulevées par d'aussi graves problèmes et n'ont pu aboutir parce qu'elles manquaient d'une base scientifique réelle. Quels avantages pour tous les peuples, et surtout pour les nations qui ont de grandes colonies si vous pouviez en avancer la solution.

La deuxième section nous dévoilera peu à peu les origines de ces races et de leurs civilisations. Ce n'est pas là une simple satisfaction de notre curiosité légitime ; cette histoire, non écrite mais parfois si éloquente, nous révélera peu à peu les aptitudes et les besoins les plus fondamentaux des races humaines, ceux qu'on ne peut oublier dans l'organisation de nos Sociétés, même les plus modernes.

Et cette étude est complétée par la troisième section qui l'applique aux races actuelles et aux civilisations dont elle dessine, avec la Géographie, les cercles d'extension et les migrations.

Nous entrons, avec la quatrième section, dans le domaine des applications encore plus immédiates. Espérons qu'elle nous apprendra à prévenir le crime par une éducation mieux comprise et peut-être aussi par une sélection appropriée.

La cinquième section continue presque les mêmes études, en les appliquant à toutes les tares sociales. L'Eugénique, non plus ne se contente pas d'étudier le mal ; elle recherche les moyens de le prévenir, et l'institution de fiches individuelles sera un des points intéressants de nos discussions.

Nous abordons enfin, avec les trois dernières sections, des problèmes non moins graves et dont l'importance passionnante a encore été soulignée par les effets de la grande guerre. C'est là, surtout, que vous avez besoin de cette haute impartialité, de cette sérénité scientifique sur laquelle j'ai déjà tant insisté.

La sixième section saura se libérer de tout esprit de secte et de tout parti pris ; elle utilisera l'archéologie, le folklore et l'histoire comparée des religions, pour dégager et purifier les tendances les plus nobles de l'esprit humain.

La linguistique saura dévoiler un des mécanismes les plus importants de la pensée humaine ; elle se souviendra qu'elle a été, dans ces derniers temps, souvent chargée, peut être malgré elle, de tracer les limites des nations remaniées ; mais elle n'oubliera pas que les langues ne sont en somme qu'un moyen, qu'un instrument qui doit servir et non dominer d'autres aspirations plus nobles et plus fondamentales de l'humanité travailleuse.

Enfin la huitième section aura une tâche qui me paraît difficile entre toutes. La Sociologie a été trop souvent le champ clos de discussions stériles, soit parce qu'elles portent sur des conceptions *a priori* et conçues *in abstracto,* soit parce qu'elles trahissent des passions politiques ou des haines de classes. Pour être uniquement scientifique, elle doit être anthropologique, c'est -à-dire qu'elle doit s'inspirer de vos méthodes et utiliser, dans l'étude des organisations sociales, toutes les connaissances que les autres sections tirent de leur étude sur la nature, les besoins et les aspirations de l'esprit humain.

Ce vaste programme, dont le détail est sous nos yeux, a été établi grâce au dévouement et à la science des organisateurs belges de chaque section, en collaboration amicale avec notre Secrétariat général. Je tiens à les remercier de leur zèle et de leur courtoisie.

Le rapide aperçu que je vous ai donné, la forme même sous laquelle ce programme est conçu, vous prouve que *notre Réunion est tout à fait différente d'un congrès. Nous travaillons à une œuvre permanente, nous créons un organisme de recherche. Nous appliquons,* à l'étude des graves questions que je viens d'esquisser, *des méthodes internationales de travail et d'amicale collaboration.* La tâche est ardue, vous y rencontrerez des obstacles créés par les hommes et par les choses ; je compte sur votre science et sur votre activité pour les surmonter.

Prince Roland BONAPARTE.

LA DURÉE ET LA CONCEPTION EINSTEINIENNE DU TEMPS

La théorie de la relativité généralisée, œuvre d'Einstein et de Minkowski, ne résoud pas seulement d'une façon nouvelle le problème des relations de l'espace et du temps; bien d'autres conséquences, plus intéressantes peut-être encore pour le physicien, s'en déduisent; mais elles n'ont pas la même importance philosophique et, de ce fait, n'ont pas retenu l'attention du public éclairé, mais non technicien.

Dans une analyse récente de l'œuvre d'Einstein (1), précédée d'une lettre-préface d'Einstein lui-même, l'auteur à plusieurs reprises met le lecteur en garde contre les conclusions exagérées : « La théorie de la relativité ne peut ni ne veut donner une nouvelle figure du monde », dit Einstein lui-même dans sa préface. « Il est vain d'emprunter aux théories d'Einstein des armes contre la métaphysique du temps et de l'espace, il ne s'agit pas des mêmes choses (2) et ailleurs, « faisons remarquer qu'il s'agit ici de temps scientifique » (3) ou encore : « Ces conceptions sont des représentations commodes, c'est la partie la plus hypothétique de l'hypothèse, la plus vague » (4). Mais, malgré ces restrictions, l'importance philosophique de la question du temps est indiquée à chaque page : « Les relativistes prennent littéralement, intégralement... comme l'expression du réel, l'interprétation physique de leurs équations... en ce qui concerne les cadres où ces phénomènes sont logés par notre esprit : l'espace et le temps » (5) et Einstein affirme lui-même : » Le temps qui intervient dans l'expérience fondamentale de Michelson et Morley est bien le temps vulgaire, le temps non scientifique » (6). La conclusion de l'ouvrage ne laisse d'ailleurs plus de doute à cet égard : « Les théories de la relativité, poussant plus loin qu'il le fut jamais le parallélisme entre l'espace et le temps, fait (*sic*) apparaître comme plus inexacte encore l'opposition bergsonienne entre la durée psychologique et l'espace mathématique. M. Bergson conclura-t-il à une nouvelle spatialisation du temps, à une confusion entre le temps et la durée, le temps scientifique et le temps réel, les coïncidences et l'écoulement ? » (1).

On ne saurait donc, au contraire, poser plus nettement la question sur le terrain métaphysique.

D'autres relativistes n'ont d'ailleurs pas ces réticences et Minkowski n'hésite pas à écrire : « A l'heure présente, de telles notions d'espace et de temps s'évanouissent comme des ombres et seule une sorte d'union des deux peut prétendre à la réalité. »

On peut résumer ainsi les conceptions de ce savant (2) :

L'espace n'est pas euclidien et à trois dimensions, il y a un espace-temps à quatre dimensions dont trois réelles et une imaginaire, celle de l'axe des temps. Un événement y est situé par quatre coordonnées x, y, z, t, (ou mieux au point de vue mathématique it, i étant égal à $\sqrt{-1}$). On passe d'un système à un autre, mobile par rapport au premier, par un simple changement dans l'axe des temps, et ce changement consiste en une rotation de cet axe dans le plan des xt, d'autant plus considérable que la vitesse relative des deux systèmes est plus grande. Il en résulte alors une succession différente des phénomènes, celle-ci n'ayant rien d'absolu et étant purement relative à la succession des valeurs de la variable t. La trajectoire d'un mobile dans l'espace est remplacée par une ligne d'univers. Deux moments du temps coexistent aussi bien que deux points de l'espace, puisque les quatre coordonnées jouent un rôle symétrique, et la succession des événements est purement relative à l'axe des temps de l'observateur.

Nous assistons donc, somme toute, au déroulement d'un vaste film projeté sur un écran à trois dimensions et dans lequel nous figurons nous-mêmes. Les événements qui se présentent à nous successivement sont seulement répartis suivant l'axe de la coordonnée t, comme les clichés du film dans la bande dont ils font partie. Comme ceux-ci, ils préexistent donc à leur déroulement, et la liberté n'est plus alors que notre ignorance de ce qui se produira, et n'est pas plus réelle que la spontanéité apparente des images de l'écran. Ceci nous conduirait donc à un rigoureux déterminisme, et l'on en voit bien la répercussion philosophique.

(1) Lucien Fabre : *Une nouvelle figure du monde. — Les théories d'Einstein.*
(2) Ouv. cité, p. 32.
(3) Ouv. cité, p. 217.
(4) Ouv. cité, p. 215.
(5) Ouv. cité, p. 215.
(6) Ouv. cité, p. 236.

(1) Ouv. cité, p. 237.
(2) D'après l'article de Jean Bosler : *La théorie d'Einstein et la nouvelle loi de la gravitation* (*Revue Scientifique*, 26 juin 1920).

Les idées de M. Langevin ne sont pas moins hardies : pour lui aussi, il est possible de modifier le cours du temps, de se déplacer dans le temps comme dans l'espace; la succession de deux phénomènes peut être différente suivant les observateurs, non seulement en apparence, mais en réalité, et si le langage, même celui des relativistes, semble sous-entendre parfois un ordre vrai de succession des phénomènes (1) cela tient à ce que « les théories d'Einstein ne sont pas traduisibles avec exactitude en langage non mathématique » (2). Notre esprit et notre langage, étant formés par les données de la vie courante et leur interprétation communément adoptée, ne sauraient être relativistes.

Il est vrai que ces événements à antériorité variable doivent être, d'après les relativistes, situés dans l'espace à une distance supérieure à celle que franchirait la lumière pendant leur intervalle dans le temps, ou bien, se produire à moins de 1/15 de seconde pour deux points antipodes du globe (3). Mais cette condition n'est pas aussi restrictive qu'il semble tout d'abord, et l'on peut se demander dans quel système il faut mesurer leur intervalle dans le temps? Il n'est pas défini, puisqu'il varie selon les observateurs, et M. Langevin démontre même qu'il y a, dans ce cas, un système pour lequel les deux événements sont simultanés. Il en résulte que deux phénomènes qui ne se passent pas au même lieu et sont simultanés pour un groupe d'observateurs, ne le sont pas pour d'autres; la simultanéité cesse donc d'avoir une valeur absolue pour devenir relative à l'observateur, bien qu'il s'agisse d'une simultanéité vraie, calculée en tenant compte des temps de transmission des signaux lumineux, et non de la simultanéité de vision dont la relativité à l'observateur n'étonnerait personne. La distance des deux événements dans l'espace varie d'ailleurs dans le même sens que leur intervalle dans le temps; elle est aussi relative aux observateurs et elle est minimum pour ceux qui sont amenés à considérer les événements comme simultanés; pour les autres, l'ordre de succession peut être interverti selon les observateurs.

Pour M. Langevin, la relativité doit s'étendre même au domaine biologique (1), et M. Fabre, tout en semblant ne le suivre qu'à regret dans ces inductions, qu'il déclare un peu délicates (2), nous parle cependant en termes très poétiques du bon génie qui, nous emportant à une vitesse vertigineuse ou dans un champ gravifique intense, nous garderait une éternelle jeunesse (3).

Ces théories ont d'ailleurs fait l'objet de nombreuses critiques. Dans une série de travaux, publiés dans diverses Revues, M. Ch.-Ed. Guillaume (4) s'efforce de présenter les résultats d'Einstein avec une notation mathématique conservant la notion de temps universel et absolu ; mais, sur un point important, les résultats de son calcul sont diamétralement opposés à ceux d'Einstein. Pour celui-ci, dans un système qui tend à prendre la vitesse de la lumière, la fréquence de l'horloge-mère tend vers zéro, tandis que pour M. Guillaume, c'est la période de cette horloge. Il semble bien que les horloges se ralentissant, c'est leur fréquence qui semblera s'annuler ; toutefois, M. Guillaume fait remarquer que si l'horloge du système en mouvement marque 1 lorsque l'autre indique 60, c'est que son unité de temps est devenu 60 fois plus grande, ce qui conserve au temps réel la même valeur. Mais n'est-ce pas dire qu'en effet le chronomètre ne fait plus qu'un battement par minute, au lieu d'un par seconde, et admettre par conséquent qu'il se ralentit ?

En outre, M. Guillaume est amené à rejeter le déplacement des raies solaires, prévu par Einstein et il le fait en ces termes : « Le calcul de M. Einstein est en effet incompatible avec les notions de temps et d'espace admises ici (5) ».

Or, ce phénomène, sans être absolument établi, semble cependant en voie de confirmation (6). M. Guillaume imagine aussi un observateur fictif (7), placé en dehors de tout système et gardien de la notion de temps absolu, mais ceci ne nous permet pas de nous dégager des

(1) *Bull. de la Soc. Fr. de Philosophie.* Janv. 1912 : *Le temps, l'espace et la causalité dans la Physique moderne,* par M. Langevin; objection de M. Le Roy, p. 41.

(2) L. Fabre : *Les Théories d'Einstein,* p. 24. V. aussi p 226.

(3) Thèse de M. Langevin. *Bull. Soc. Fr. de Philosophie. Janv.* 1912, p. 24, 25 et Fabre : *Les Théories d'Einstein,* p. 225.

(1) *Bull. Soc. Fr. de Philosophie,* janv. 1912, p. 38 et 42.

(2) *Les Théories d'Einstein,* p. 221 et 225.

(3) *Les Théories d'Einstein,* p. 41.

(4) Guillaume : *La théorie de la Relativité et le Temps Universel. Rev. Mét. et Morale,* mai, juin 1918. — *Les Bases de la Théorie de la relativité : Revue Générale des Sciences,* 15 avril 1920. — La *Théorie de la relativité et sa signification. — Rev. Mét. et Morale* oct. déc. 1920

(5) *Revue Gén. des Sciences,* 15 av. 1920, p. 209.

(6) Communications de M. A. Pérot à l'Acad. des Sciences : *Sur le déplacement d'une raie de bande du cyanogène dans le spectre solaire.* Séance du 26 juil. 1920. — *Variations des raies du magnésium dans l'atmosphère solaire.* Séance du 7 mars 1921.

(7) *Revue Mét. et Morale,* mai-juin 1918, p. 314.

conclusions relativistes, car cet observateur fictif, M. Guillaume le place en réalité dans un système absolument fixe, ce qui n'a pas de sens pour les relativistes; mais il ajoute que sa conscience restera toujours extérieure à la nôtre, c'est donc qu'il est pour nous comme s'il n'existait pas, que nous ne pourrons jamais nous placer à son point de vue, et la notion de temps absolu s'évanouit encore pour nous.

Nous voudrions examiner autrement la question, non pas en nous plaçant au point de vue absolument opposé de l'intuition bergsonienne : l'étude de la succession des états de conscience ne peut nous éclairer dans ce domaine et il ne nous semble pas que, pour répondre à M. Fabre, M. Bergson ait rien à ajouter ou à retrancher à son « Essai sur les données immédiates de la conscience »; la durée qu'il envisage et le temps einsteinien ne sont pas des concepts comparables.

Notre méthode sera moins technique que celle de M. Guillaume, mais plus objective que celle de M. Bergson.

Nous voudrions réfléchir sur la genèse des deux idées, du temps et de sa mesure, sur les phénomènes qui nous les ont suggérées; rechercher les points de contact entre ces deux idées, et les différences qui les séparent, et examiner enfin si les définitions ou les expériences, qui sont la base de la théorie de la relativité, n'amènent pas leur disjonction complète.

Cette distinction, que nous voulons tout d'abord établir, a été nettement perçue et indiquée par Houssay dans son dernier ouvrage (1), et ce m'est une occasion de rendre ici hommage à la profondeur de l'esprit philosophique de ce maître, dont je m'honore d'avoir été l'élève, et qui savait être un si puissant éveilleur d'idées.

Il considère deux sortes de temps : le temps évolutif et le temps périodique. « La notion de temps, écrit-il, n'est pas dans la connaissance expérimentale, liée seulement à celle du mouvement, mais à celle bien plus générale de changement ». (2) « La notion de temps évolutif vient de la vie, et spécialement de la vie humaine » (3). « Le temps historique est aussi un temps évolutif et donne les mêmes impressions d'écoulement » (4).

Mais il y a une autre sorte de temps, celui qui est donné par les phénomènes astronomiques. « Sa caractéristique est qu'il s'impose à l'esprit par la répétition des mêmes changements. Il est donc donné numérique ou discontinu et tout de suite objet de connaissance scientifique » (1). « Ce temps, tout de suite dénombrable, est resté le prototype du temps, celui auquel on cherche à rapporter les autres et par lequel on cherche à les mesurer » (2).

Mais il nous faut creuser plus avant ces deux idées. Quel est le fondement psychologique de la notion de la durée? C'est l'existence d'une mémoire consciente qui nous laisse le souvenir d'un passé disparu (3). Nous pouvons nous retrouver dans les mêmes lieux, dans des circonstances aussi identiques que possible, nous savons qu'il y a une différence essentielle que nous ne pouvons pas éliminer, celle d'un cortège de souvenirs intercalé entre des sensations semblables; même lorsque nous disons métaphoriquement qu'il nous semble revivre une minute passée, l'expression même dont nous nous servons souligne la différence, et le *re* est la preuve d'un souvenir, absent de la première sensation.

Mais l'idée de durée peut nous venir aussi de l'extérieur. Lorsque nous attendons qu'un morceau de sucre fonde dans l'eau (4), ce n'est pas seulement notre impatience qui nous donne l'idée de temps; le phénomène lui-même a une certaine durée et cela tient à ce que, dans les conditions habituelles de l'expérience, il est irréversible.

Des différences fondamentales séparent, à de nombreux points de vue, les phénomènes réversibles des phénomènes irréversibles, et Houssay n'a pas manqué d'indiquer la fécondité de cette notion d'irréversibilité en ce qui concerne l'idée de la contingence; il y a là une vaste question à creuser, mais nous n'examinerons ici que ce qui les distingue au point de vue de la durée.

La durée est le fait du phénomène irréversible mais, celui-ci terminé, lorsque le sucre est fondu, l'équilibre nouveau réalisé, le temps disparait à nouveau avec le repos et l'immobilité.

Parfois cet équilibre est atteint par une série d'oscillations peu à peu amorties (c'est-à-dire différente chacune de la précédente) ; mais, pour certaines valeurs des frottements inhérents à tous les phénomènes irréversibles (et qui sont la cause même de cette irréversibilité), le phé-

(1) *Force et cause*, chap. VI.
(2) — — page 73,
(3) — — page 76,
(4) — — page 77,

(1) *Force et cause*, ch. VI, page 75.
(2) *Force et cause*, ch. VI, page 76.
(3) Bergson. *Essai sur les données immédiates de la conscience*, p. 82.
(4) Bergson : *L'évolution créatrice*, p. 10.

nomène devient apériodique, c'est-à-dire que l'équilibre nouveau n'est atteint que progressivement et au bout d'un temps théoriquement indéfini, et cela nous donne une idée plus complète de la durée; pratiquement cependant la variation de tels systèmes devient inobservable plus ou moins rapidement, ils cessent alors de nous donner l'idée de changement et par conséquent de temps.

Les systèmes privilégiés à ce point de vue sont ceux qui seront constamment le siège de phénomènes irréversibles les modifiant à chaque instant, et qui gardent ainsi la trace de toutes les actions subies; ce sont les êtres vivants.

La notion de durée n'est-elle pas avant tout celle du passage d'un être vivant de la jeunesse à l'état adulte et de là à la vieillesse? C'est bien là le temps évolutif, caractérisé par le changement, et c'est à lui, non au temps périodique, qu'il faut réserver le terme de vieillissement.

Les phénomènes psychiques ont pour condition d'existence et pour support nécessaire les phénomènes biologiques, et la mémoire consciente se rattache plus ou moins directement à la mémoire biologique, simple traduction de l'irréversibilité absolue des phénomènes de la vie. Notre conception de la durée est, de ce fait, étroitement adaptée à celle d'une suite indéfinie de phénomènes irréversibles dont les effets s'enregistrent automatiquement. Ce temps évolutif, fluide, labile, étant suggéré par l'observation des phénomènes irréversibles ne saurait être lui-même qu'irréversible.

En ce qui concerne les êtres vivants, il y a réellement un passé, qui est l'accumulation enregistrée de toutes les modifications subies, et un avenir, obscur encore de toutes les conditions où ils seront appelés à réagir, et même peut-être de l'indétermination de certaines de ces réactions. Les relativistes eux-mêmes, quand ils pensent le temps évolutif, ne sauraient le penser autrement comme en témoigne cette phrase trouvée dans le livre de M. Fabre à propos d'une idée de Maxwell : « L'événement le plus fortuit porte en lui la fécondité de la graine infime gonflée pourtant de l'avenir ». (1) Un adepte de M. Bergson s'exprimerait à peine autrement.

Mais cette durée irréversible est-elle susceptible de mesure?

Nous avons bien l'idée d'une durée plus longue qu'une autre. Si nous observons un phénomène irréversible, comme la cuisson d'un œuf par exemple, la transformation est d'autant plus considérable, toutes choses égales d'ailleurs, que l'action de la chaleur se sera davantage prolongée. Un être vivant change de même d'autant plus que la durée d'observation est plus longue.

Est-ce suffisant pour effectuer une mesure?

Remarquons tout d'abord que toute mesure *directe* du temps est impossible; on ne peut réaliser une unité de durée pour la reporter ensuite sur une durée écoulée, puisque la durée est, par essence, le souvenir (conscient ou non) de ce qui n'est plus. Il faut donc mesurer le temps indirectement par les effets qu'il produit; mais cela suppose alors une certaine proportionnalité ou tout au moins un rapport bien défini entre le temps, que l'on veut mesurer, et l'effet observable.

Or il n'y a rien de pareil; l'état final d'un système irréversible dépend en général de toute la série des causes qui ont agi sur lui et ont pu se modifier pendant qu'il durait; l'état de coagulation d'un œuf, de la température de l'eau à chaque instant par exemple ; dans une même durée un enfant deviendra un homme, un adulte changera peu, un vieillard tombera en décrépitude.

Les phénomènes qui nous donnent l'idée de la durée, du temps qui s'écoule, ne peuvent donc servir à le mesurer, et l'horloge-mère du cerveau humain, dont parle M. Guillaume (1), n'est pas une véritable horloge, car elle a conscience de la durée mais ne peut l'évaluer.

Comment donc se mesurera le temps? Comme nous l'avons fait remarquer, cette opération ne saurait être directe, elle ne peut consister que dans « la comparaison de divers changements » (2). « Instinctivement, on a pris pour type, pour unité, le changement le moins éloigné du constant, le plus stable, le changement périodique » (3).

Ce sont, en effet, les phénomènes rythmiques, comme le remarque d'ailleurs M. Guillaume (4), qui introduisent la notion de temps égaux.

L'audition d'une musique rythmée nous donnera bien, par exemple, l'impression d'une succession de durées égales.

La première mesure du temps dut être basée sur l'alternance des jours et des nuits, et sur celle des saisons, phénomènes rythmiques encore qu'irréguliers (5). Puis, dès que les Chaldéens

(1) *Les Théories d'Einstein*, p. 65.

(1) *Revue Mét. et Morale*, oct.-déc. 1920, p. 28.
(2) *Force et Cause*, p. 80.
(3) *Ibid* p. 80.
(4) *Rev. Mét. et Morale*, mai-juin 1918, p. 292.
(5) Cf. *Force et cause*, p. 75

curent observé les étoiles, la régularité du mouvement diurne dut les frapper et, dès lors, était fixée l'horloge-mère qui devait servir à mesurer le temps jusqu'à nos jours, et sert encore pour les usages courants : la rotation terrestre.

Galilée utilisa le pendule pesant, puis on employa d'autres oscillations analogues, mais tous ces phénomènes rythmiques, périodiques, sont assimilables à un mouvement pendulaire vibratoire (il n'y a entre une oscillation et une rotation qu'un changement de signe de certaines quantités de l'équation différentielle). Tous les appareils de mesure du temps sont des appareils à mouvement rythmique : rotation terrestre, trajectoire de la terre autour du soleil, pendules pesants, ressorts de montre ; même les vibrations lumineuse les dernières employées, mettent en jeu des phénomènes rythmiques.

Quel sera leur caractère commun? C'est d'être des phénomènes réversibles. Voyons donc comment se comportent ces phénomènes par rapport à la durée.

Il y a deux sortes de phénomènes réversibles : ou bien ce sont des modifications isopotentielles : un état d'équilibre (eau et vapeur, corps dissociés) est légèrement modifié; immédiatement, instantanément, des forces entrent en jeu qui le rétablissent. La réversibilité, c'est alors l'équilibre, le repos, l'immobilité, et la notion de durée est totalement étrangère au phénomène.

Ou bien les phénomènes réversibles sont des modifications adiabatiques : dans un système clos, sans échange d'énergie avec l'extérieur par suite de l'absence de frottements, se produit une série indéfinie d'oscillations de part et d'autre d'un état d'équilibre; c'est le type même du phénomène rythmique : vibration, révolution ou oscillation. Malgré l'apparence, le temps est encore une notion étrangère au phénomène lui-même. En effet, après une révolution complète du système, *tout* est revenu à un état identique à celui qui existait précédemment; *rien* ne permet de distinguer ce moment du moment précédent. En ne considérant que ce seul phénomène, nous devons dire que toutes les coordonnées du système ont repris la même valeur (le temps compris) et qu'on est revenu au même moment comme au même lieu. « Cette périodicité est une des formes de la stabilité (1). » « Ce n'est donc pas de ces phénomènes que vient le concept d'un temps fluide, de quelque chose qui s'écoule, c'est au contraire quelque chose qui oscille et qui ne peut donner l'idée d'un présent et d'un futur (1) ».

L'existence de plusieurs phénomènes rythmiques différents se produisant côte à côte ne peut rien changer à cette conclusion. Leur comparaison ne peut donner que l'idée d'un rapport de fréquence, non d'une fréquence absolue, ou d'une durée vraie.

Comment s'établit le contact, le rapport entre les deux catégories de temps? Par la conscience de l'observateur qui compte les pulsations du mouvement rythmique parce qu'elle dure et se souvient de la pulsation antérieure, ou même, d'une façon plus large, parce que le mouvement vibratoire s'effectue parallèlement à des phénomènes irréversibles et que des systèmes de corps se sont modifiés pendant l'oscillation, et c'est leur changement qui marque la durée, qui n'existe pas en réalité pour le phénomène réversible.

« Le temps périodique n'apparaît que par comparaison avec le temps labile et celui-ci ne se mesure que par comparaison avec le temps périodique (2). »

C'est confondre l'un avec l'autre que de parler du vieillissement d'une horloge (3) ; l'horloge, qui repasse indéfiniment par les mêmes phases, ne peut vieillir, cela n'est vrai que de l'observateur qui la regarde et en compte les battements.

L'idée de temps est, en réalité, étrangère au phénomène périodique réversible, elle y est introduite de l'extérieur, elle appartient à l'observateur qui trouve ailleurs, dans l'observation des phénomènes irréversibles, au moins dans ceux dont sa conscience est le siège, la notion de durée. C'est ce qui lui permet de compter les tours ou les vibrations; il faut « un démon-compteur » comme le dit M. Guillaume dans le cas de la vibration lumineuse (4).

Aussi le temps figure toujours dans les calculs comme étant l'inverse d'une fréquence (c'est-à-dire d'un nombre compté) ou d'une vitesse angulaire (ces deux notions étant d'ailleurs strictement équivalentes au point de vue mathématique).

Pour connaître la durée d'un phénomène irréversible, on compte un certain nombre d'oscillations d'un pendule, de tours d'une roue, de rotations ou de révolutions terrestres;

(1) *Force et Cause*, p. 76.

(1) *Force et Cause*, p. 76.
(2) *Force et Cause*, p. 77.
(3) Bull. Soc. Fr. Philosophie : Discussion p. 42 et 46 (janv. 1921).
(4) *Revue Mét. et Morale*, mai-juin 1918, p. 310.

par exemple la vitesse de la lumière a été obtenue par Fizeau, puis par Foucault, en mesurant des distances et en comptant les tours d'une roue ou d'un miroir.

Que cette numération soit directe ou faite par un appareil enregistreur dont on note l'état initial et final (c'est-à-dire la variation irréversible), c'est toujours finalement au moyen d'une numération, opération mentale, psychologique par conséquent particulièrement et foncièrement irréversible, que le temps s'introduit dans les calculs. Cette irréversibilité du temps pour deux phénomènes se succédant en un même lieu, deux pensées du même cerveau par exemple, est admise d'ailleurs par les relativistes eux-mêmes (1).

C'est le temps ainsi mesuré qui figure dans les équations de la cinématique; celles-ci sont des relations algébriques entre des espaces et cette mesure; elles sont de même forme que celles qui définissent une courbe dans l'espace, ou qui établissent des rapports spatiaux. Si un mobile se déplace suivant une droite, sa vitesse sera $\frac{dx}{dt}$, et ceci est justement la pente d'une certaine courbe dessinée par rapport à deux axes Ox et Ot. Nous sommes naturellement amenés à figurer le mouvement par la courbe, c'est-à-dire le temps par de l'espace (2). Cela revient à figurer sur l'axe Ot les unités de temps comptées, par des unités de longueur. On compare alors deux mouvements, celui du mobile réel et celui du mobile fictif qui parcourt l'axe Ot d'un mouvement qualifié uniforme par définition; celui-là représente le temps, mais on compare alors, en réalité, des espaces parcourus à des espaces parcourus pendant le même temps.

La représentation géométrique cesse d'être possible si le mobile, au lieu de se déplacer suivant une droite ou dans un plan, se déplace dans l'espace à trois dimensions. Nous sommes alors amenés, par pure raison de symétrie algébrique, à transposer le mouvement dans un espace-temps à quatre dimensions. Dire que la quatrième est imaginaire ne fait que traduire le fait algébrique d'une différence de signe entre les carrés des quantités différentielles figurant dans les équations. Mais il n'y a là, à mon sens, (contrairement ici d'ailleurs à l'avis de Houssay) qu'une représentation, peut-être commode, mais qui ne donne pas une notion plus claire ou plus profonde de l'idée de temps.

(1) *Bull. Soc. Fr. de Philosophie*, janvier 1912, p. 25.
(2) Comparer Houssay, *Force et Cause*, p. 51 à 59.

Pour les relativistes, il y a des lois physiques et mécaniques absolues, indépendantes du choix des axes, car la théorie relativiste recherche en effet l'absolu (1), et cela s'exprimera de la même façon que les propriétés géométriques des figures jouissant du même caractère, par l'invariance de certaines quantités, fonctions des coordonnées (ou plutôt des carrés de leurs différentielles). Mais l'interprétation qui en est faite dans l'espace-temps à quatre dimensions tient essentiellement à ce qu'une image géométrique est latente dans les formules algébriques, parce qu'en représentant le temps avec de l'espace, on lui a communiqué des propriétés spatiales.

Le déroulement du temps se présente alors forcément sous la forme du déroulement des vues d'un cinématographe glissant le long de cette dimension temporelle. De même que dans l'appareil on ne peut, à chaque instant, constater que des positions et non pas le mouvement (2) ; celui-ci ne s'introduit que par le changement dans le temps, le déroulement du film (3). Cette image du cinématographe nous permet de comprendre comment la durée fait du mouvement avec une suite d'immobilités différentes, et c'est peut-être parce qu'elle manquait aux Eléates que les mêmes spéculations les ont conduits à nier l'existence même du mouvement.

Toutefois ce temps, introduit par la numération d'un observateur pour lequel la durée est irréversible, reste foncièrement irréversible. L'image même du cinématographe le confirme. Si, comme me l'a suggéré M. Belot, on déroule un film à l'envers, son absurdité nous apparaît, et surtout dans la vue des phénomènes qu'on ne peut pratiquement changer de sens, plutôt que dans les gestes humains aisément renversables; cela tient à ce que l'impossibilité de renverser un phénomène est l'image visible et grossière de son irréversibilité.

Il nous faut examiner maintenant comment le contact entre les deux conceptions du temps a pu se perdre, dans la théorie électroptique des corps en mouvement, au point de voir dis-

(1) M. Fabre le reconnaît dans son travail : « Cette théorie nous touche d'autant plus qu'au relatif elle abandonne davantage par amour de l'absolu », p. 117. M. Rey le signale à la discussion de la théorie de M. Langevin (*Bull. Soc. Fr. Philos*, janvier 1912, p. 32). et M. Belot m'a fait également la même remarque.
(2) *Force et cause*, p. 57.
(3) Cf. Bergson *Le Mécanisme cinématographique de la pensée* (*in L'évolution créatrice*, p. 330).

paraître cette irréversibilité que le temps évolutif, le temps vulgaire, semblait avoir introduit jusque dans le temps périodique, le temps scientifique.

Une première remarque s'impose : L'indépendance de l'espace et du temps, c'est-à-dire les propriétés particulières à la variable t dans les formules, provient de l'indépendance des deux étalons fondamentaux. L'unité de longueur est une règle solide déterminée et l'horloge-mère la rotation terrestre; il reste alors dans les formules quelque chose de la durée réellement perçue par l'observateur-compteur, quelque chose de son vieillissement.

En sera-t-il encore de même lorsque l'unité de temps et l'unité de longueur dépendront du même phénomène la vibration lumineuse? (1)

L'unité de longueur est alors un chemin optique, c'est-à-dire la distance parcourue par une lumière déterminée pendant une vibration (longueur d'onde), ou pendant un certain nombre de vibrations considéré comme caractéristique de la lumière (valeur de la vitesse de la lumière).

L'unité de temps sera la durée d'une vibration, ou du nombre de vibrations caractéristique de la lumière choisie, c'est-à-dire, en tenant compte de la relation $V=N\lambda$, le temps mis par la lumière à parcourir la longueur unité. C'est la seconde-lumière, voisine de la seconde terrestre dans les conditions de notre système, mais pas forcément identique à elle.

Ces unités : la seconde-lumière, ou son multiple l'année-lumière, sont à la fois des unités de temps et de distance; l'unité de longueur étant le chemin parcouru par la lumière pendant l'unité de temps, et l'unité de temps, le temps nécessaire à la lumière pour parcourir un chemin déterminé pris pour unité. Dans un tel système, la constance de la vitesse de la lumière résulte de la définition même des unités de longueur et de temps.

En outre on ne compte pas réellement des vibrations lumineuses; on calcule leur nombre en fonction de la position de certaines raies dans le spectre, c'est-à-dire à l'aide de constatations purement spatiales.

L'opération fondamentale de la mesure du temps : la numération d'un certain nombre de vibrations pendant une durée irréversible disparaît : le démon-compteur des vibrations lumineuses est fictif; il ne peut percevoir la durée vraie.

(1) Ch. Ed. Guillaume : *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1920, p. 210.

M. Langevin (1) affirme que les procédés électroptiques de mesure de distance et de temps, étant infiniment moins grossiers que les autres, doivent seuls subsister. Mais s'ils ne gardent pas au temps son caractère fondamental de durée, devons-nous réellement les préférer à des procédés, certes plus grossiers, mais qui, du moins, mesurent réellement du temps? En particulier, pouvons-nous, en observant des franges d'interférence comme dans la célèbre expérience de Michelson et Morley, observation purement spatiale, avoir la prétention d'évaluer le milliardième de seconde, alors que le temps est introduit dans les calculs par la valeur numérique de la vitesse de la lumière, mesurée par Foucault dans des expériences où il n'a pu apprécier que le 1/400 de seconde? Le phénomène vibratoire, comme nous l'avons vu, ne comporte pas, à lui seul, la notion de durée; a-t-on le droit, en ne s'en tenant qu'à lui, de vouloir l'évaluer ?

Examinons en particulier de plus près l'expérience de Michelson et Morley. Selon Einstein, c'est le temps vulgaire qui entre en jeu. Je ne crois pas contestable, après la discussion précédente, que ce soit pour le moins, du temps stable, périodique, scientifique, puisque c'est le seul qui puisse figurer dans les calculs. Mais il me semble même qu'il n'y a plus, en réalité, de temps du tout. On ne fait, dans cette expérience, aucune constatation de durée, mais des constatations purement spatiales. Le temps s'introduit dans le calcul comme le quotient d'une longueur par une vitesse; cette vitesse est celle de la lumière augmentée ou diminuée de celle que l'on suppose au système. La vitesse de la lumière y est toujours désignée par le même symbole, ce qui revient à la supposer constante. Mais les résultats de l'expérience ne s'accordent pas avec ce calcul, mais avec celui qu'il faudrait faire en supposant le système immobile. Il en résulte évidemment que cette expérience ne permet pas de déceler le mouvement du système.

Il peut être alors plus commode pour le calcul, plus élégant, plus facile à mettre d'accord avec l'idée de l'existence de lois absolues, indépendantes des axes de référence, d'expliquer ce phénomène par la contraction de Lorentz, mais cette contraction est équivalente, malgré tout, soit à une variation du rythme de l'horloge-mère, c'est-à-dire des vibrations lumineuses, soit, ce qui est la même chose, à une variation

(1) *Bull. Soc. Fr. Philos.*, janvier 1912, p. 12.

de la valeur de la vitesse de la lumière dans le sens du mouvement, ainsi que l'établit M. Guillaume (1). On ne peut donc dire que c'est cette expérience qui établit la constance absolue de la vitesse de la lumière; celle-ci ne résulte que de la définition des unités de longueur et de temps dans les phénomènes électroptiques. Ce que l'on constate, c'est une discordance entre la longueur définie au moyen du corps solide et celle définie au moyen du chemin optique; je pense qu'un relativiste ne refusera pas d'admettre au moins l'équivalence de la contraction de l'unité solide avec une dilatation du chemin optique.

D'ailleurs quand un observateur se déplace par rapport à une source vibratoire, il perçoit des modifications dans la hauteur de cette source, c'est-à-dire dans la fréquence des vibrations. Dans l'expérience de Michelson et Morley, que devient donc le temps mesuré par ces vibrations variables que l'on ne peut compter en réalité? La lumière parcourant dans l'interféromètre un trajet aller et retour dans le sens du mouvement, la compensation qui maintient les franges d'interférence invariables ne proviendrait-elle pas de cette double variation en sens inverse de ce que l'on pourrait appeler la tonalité de la lumière; et l'égalité des chemins parcourus, quel que soit le mouvement du système, du fait que les deux images de la source, dont les vibrations interfèrent, coïncident toujours, quel que soit le déplacement de l'appareil par rapport à la source, comme le montre une théorie élémentaire des miroirs.

Il n'en est peut-être plus de même dans l'expérience de Sagnac où les phénomènes d'interférence ont lieu entre deux rayons directement opposés, et elle semble être en contradiction avec les résultats des relativistes.

Mais, dira-t-on, si la contraction de Lorentz est due à une variation du rythme de l'horloge-mère, comment cette variation peut-elle passer inaperçue? Lorsqu'un morceau de musique est joué « allegro » au lieu de l'être « andante », l'oreille s'en aperçoit. Remarquons d'abord que cette variation serait très faible puisque, pour une vitesse égale au dixième de celle de la lumière, l'unité de temps ne varierait que d'un centième ; malgré tout, ceci pourrait peut-être finir par être décelé, mais, en réalité, dans les mesures optiques, on ne mesure pas la durée, on ne compte pas des vibrations, on repère seulement des raies spectrales. Les nombres introduits par l'expérimentation dans le calcul proviennent de mesures spatiales; un seul gardait encore la trace du temps évolutif : la vitesse mesurée de la lumière; en le maintenant constant par définition, on le vide des dernières traces de durée sensible qu'il gardait encore.

Par le choix des deux étalons de lumière et de temps dans le même phénomène optique, on élimine complètement la durée, qui ne peut s'introduire dans les calculs que si l'on compte réellement les pulsations d'un rythme pendant un certain temps. On n'introduit donc dans les équations que de l'espace, et jamais de la durée, et comme on ne retire d'une équation que ce qu'on y a mis, le temps que l'on croit y voir encore se présentera forcément avec des propriétés spatiales.

Toutes les fois que l'on prendra des unités d'espace et de temps liées par un même phénomène rythmique réversible, pour lequel la durée n'existe pas réellement, on aboutira à une conception spatiale du temps plus ou moins analogue à celle d'Einstein, puisque la durée n'a pu s'introduire dans les calculs, faute d'un observateur extérieur au phénomène et qui seul aurait pu la percevoir.

Comment expliquer alors la fécondité de cette théorie? D'abord il faut remarquer que nombre de ses résultats sont indépendants de l'idée du temps qu'elle admet; en outre, elle est surtout féconde en ce qui concerne justement des phénomènes périodiques (déplacement du périhélie de Mercure, par exemple) elle exprime ce qu'il y a dans ces phénomènes d'absolu, d'indépendant des axes de référence spatiaux et peut-être de la durée elle-même. Elle leur est en effet adéquate puisqu'elle résulte de l'examen des phénomènes périodiques réversibles et, pour ceux-ci, il n'y a aucune difficulté à admettre une détermination absolue, issue de la loi même de leur rythme, et la coexistence du passé et du futur avec le présent en dehors de toute durée vraie, puisque celle-ci leur est étrangère.

Rien n'empêche d'admettre non plus un ralentissement de ces phénomènes dans un système se déplaçant à une vitesse voisine de celle de la lumière, et même à cette vitesse, l'arrêt complet de tout mouvement vibratoire puisque le plus rapide, la lumière, s'arrêterait, l'observateur restant toujours à la même phase de la même vibration. Ce serait, en effet, l'arrêt du temps, non dans l'éternelle jeunesse, mais dans l'immobilité et la mort de tout, et de la lumière elle-même puisqu'elle n'est lumière que par la fréquence de ses vibrations.

Examinons maintenant à la lueur de cette

(1) *Revue Métaphysique et Morale*, mai-juin 1918, p. 310-311.

critique la question de la simultanéité et de sa relativité aux observateurs. Lorsqu'un système S est en mouvement par rapport à un système S', les observateurs du système S sont amenés à considérer comme successifs deux événements se passant en deux points différents du système S', et que les observateurs du système S' considèrent comme simultanés; et rien ne permet d'accorder plus de crédit au calcul fait par les uns qu'au calcul fait par les autres, car il faudrait pour cela qu'un des systèmes soit au repos absolu, ce qui a d'autant moins de sens pour les relativistes que l'existence d'un champ de gravitation (qui existe toujours dans les systèmes réels) équivaut à l'existence d'un mouvement uniformément accéléré.

Mais on peut interpréter cela sans porter atteinte à l'idée de simultanéité absolue. Il est exact que nous n'avons pas de moyen meilleur ni plus rapide que la lumière pour transmettre des signaux; mais les modalités de sa transmission, mises en évidence par l'expérience de Michelson et Morley, et dont le calcul peut s'interpréter, à volonté, comme une variation des horloges, une contraction des solides ou, (ce qui est peut-être moins simple, mais équivalent encore cependant) une variation dans la vitesse de la lumière dans les systèmes en mouvement, ces modalités ne permettent pas, en somme, d'établir la durée vraie de transmission d'un signal lumineux d'un système à un autre en mouvement par rapport à lui.

Il est possible que la plupart des calculs faits pour nous renseigner sur le temps que la lumière met à nous venir des étoiles, et qui semblaient nous donner une idée de la succession vraie des phénomènes astronomiques, n'aient aucun sens, d'autant plus que pour les relativistes eux-mêmes, la vitesse de la lumière peut s'accélérer loin des masses gravitantes ; cette succession n'en subsiste pas moins. Car si aucun signal ne peut aller plus vite que la lumière, rien n'empêche notre pensée, qui n'est pas matérielle, de dépasser cette vitesse et de penser, donc d'atteindre une vitesse infinie, c'est-à-dire une simultanéité absolue.

L'observateur fictif dont parlait M. Guillaume et qui, placé en dehors de tout système, a une notion du temps absolu, c'est notre conscience; mais cette simultanéité absolue, il est possible qu'elle ne puisse être l'objet d'une connaissance scientifique.

Cependant nous avons un moyen, grossier il est vrai, de transmissions instantanées : c'est le corps solide de la mécanique rationnelle (1).

M. Langevin en rejette l'emploi (théorique d'ailleurs) dans la mesure du temps, parce que cette mesure ne conserverait pas l'invariance des lois de l'électroptique et de l'électromagnétisme, invariance qui est la base de la théorie de la relativité; l'argument ne vaut pas pour prouver cette invariance ; mais le corps solide ne nous est d'aucun secours pratique car, sur les distances pour lesquelles on peut le réaliser, le signal lumineux n'est pas moins instantané que lui, et aucune discordance ne peut être établie entre les deux indications.

Il est utile de rapprocher ici quelques résultats géométriques de la théorie de la relativité.

Pour Einstein, l'espace cesse d'être euclidien au voisinage des masses, mais tend à le devenir dans un champ gravifique faible; il ne le deviendrait complètement qu'en l'absence de toute masse. Ceci est impossible, et même inconcevable pour les relativistes qui n'admettent pas trois entités distinctes : temps, espace et masse, mais une seule réalité : le tenseur énergique; y a-t-il, à vrai dire, plus de réalité à lier ces trois concepts en un seul dont l'existence est surtout celle d'une expression mathématique?); mais cela peut être au moins entendu comme une limite au sens mathématique du mot.

La vitesse de la lumière est aussi considérée comme variable et comme ralentie au voisinage d'une masse et, pour M. Guillaume, l'examen de la formule de composition de deux vitesses relatives prouve que la vitesse vraie de la lumière est infinie, mais qu'elle se matérialise (c'est-à-dire prend de l'inertie dans un champ gravifique), et passe ainsi à une vitesse finie; on peut donc concevoir que la vitesse vraie de la lumière serait infinie si le champ grafivique venait à faire défaut, ce qui est encore, bien entendu, une limite inaccessible et mathématique, puisque la lumière elle-même suffit à en créer un.

Or, en géométrie élémentaire, la ligne droite se trouve être définie comme le plus court chemin d'un point à un autre, et cette définition implique bien un peu une idée de rapidité, donc de durée; en fait, l'image la plus parfaite que nous nous fassions d'une droite est un rayon lumineux.

En rapprochant ces divers points, il semble bien qu'on en puisse conclure que le plus court chemin d'un point à un autre doit bien toujours être représenté par le rayon lumineux, puisque la lumière est ce qu'il y a de plus ra-

(1) *Bull. Soc. Fr. de Philos.*, p. 25.

pide; s'il n'y a pas de champ gravifique, la lumière a une vitesse infinie et le plus court chemin est bien alors une droite : on a un espace euclidien; mais en présence de masses, c'est la géodésique de surfaces plus ou moins courbes, correspondant à des vitesses finies de la lumière, et alors l'espace cesse d'être euclidien..

L'espace réel où existent des masses, un champ gravifique n'est donc pas euclidien en effet; comment se fait-il que la géométrie d'Euclide a, la première, pris naissance? C'est que, dans notre expérience terrestre, la vitesse de la lumière est assez considérable pour être infinie par rapport à celles que nous réalisons, pour nous donner l'idée d'un signal instantané, et nous ne pouvons apprécier la différence entre un rayon lumineux et une droite. Pour les relativistes, d'ailleurs, géométrie euclidienne et mécanique newtoniénne constituent une approximation valable pour de faibles vitesses.

Cette géométrie approchée, expérimentale, nous en avons fait celle, plus abstraite, du solide parfait et voici qu'elle rejoint, par un détour inattendu, la géométrie, fictive et abstraite elle aussi, de l'espace pur, qu'elle semblait bien être, en effet. La géométrie euclidienne basée sur la transmission instantanée de signaux se trouve donc, en fin de compte, être la mieux adaptée à notre esprit, qui conçoit lui aussi cette transmission instantanée et la simultanéité absolue qui en découle; cette conjonction peut contribuer à nous révéler les vraies raisons de sa prépondérance.

Il est possible que, si nous n'avions jamais possédé un signal plus rapide que le son (mais jouissant des propriétés de la lumière), nous n'aurions pu nous faire une idée nette de la simultanéité de deux phénomènes distincts dans l'espace, et que nous eussions construit une géométrie non euclidienne; mais il nous suffit de cette notion d'un signal instantané, même s'il est pratiquement irréalisable, pour rétablir celle de simultanéité absolue, et d'irréversibilité de la durée, inhérente aux seuls phénomènes irréversibles.

Les résultats de la théorie de la relativité sont des apparences, sous lesquelles nous ne pouvons peut-être pas, en effet, rétablir scientifiquement l'ordre vrai de succession des phénomènes, apparences ayant leur origine dans la liaison effectuée entre les unités de temps et d'espace, prises toutes deux dans le même phénomène réversible pour lequel la durée vraie n'existe pas, ce qui a pour résultat d'éliminer le temps vrai des calculs et de n'y laisser que de l'espace et des rapports de fréquence.

Mais une autre question se pose encore, dont l'intérêt a été signalé par M. Braunschwig, lors de la discussion de la thèse de M. Langevin (1).

C'est celle de savoir si, dans un système qui se déplace par rapport à un autre, et dont les horloges sont par conséquent ralenties par rapport au premier, les phénomènes biologiques sont ralentis dans la même mesure; notre vie représente-t-elle, comme le dit M. Langevin, un nombre donné d'oscillations, de vibrations d'une horloge; la vie de l'horloger est-elle liée à celle de l'horloge? On peut se demander si, emporté à vingt ans par le bon génie dont parle M. Fabre, on n'aura pas des cheveux blancs au retour, malgré l'affirmation de toutes les pendules assurant que le voyage n'a duré que quelques minutes ou quelques heures.

La tendance actuelle de la science est de relier les phénomènes biologiques aux phénomènes physico-chimiques, nous serons donc tentés de penser que ce qui est vrai de ceux-ci l'est de ceux-là. Mais, en réalité, en ce qui concerne la durée, l'hiatus n'est pas là; il est, comme nous l'avons établi, entre les phénomènes réversibles périodiques qui servent de base à la théorie de la relativité et les phénomènes irréversibles, dont les phénomènes biologiques ne sont qu'une catégorie, où cette irréversibilité est plus accusée encore.

Si un phénomène irréversible était, dans un système lancé à une certaine vitesse par rapport à un autre, ralenti dans la mesure où le prévoit la théorie de la relativité, cela n'entamerait pas l'idée de l'irréversibilité du temps, mais du moins, comme le dit M. Braunschwig, « non seulement la mesure du temps, mais la conception même que le sens commun se fait du temps en serait remaniée. » (2)

Pour savoir cela, il faudrait rétablir entre les phénomènes réversibles et les phénomènes irréversibles le contact perdu.

L'expérience à faire est au moins concevable, si elle n'est pas réalisable dans l'état actuel de la science.

Il existe, en effet, un ensemble de phénomènes physiques, jusqu'à présent irréductiblement irréversibles, apériodiques, et cependant assez réguliers pour servir de base à une mesure absolue du temps : ce sont les phénomènes de radio-activité. Si l'on appelle $q°$, la quantité de matière radio-active au début d'une expérience, q la quantité restante à la fin, le temps de l'expérience est donné par la formule $t = \frac{1}{\lambda} \text{Log.} \frac{q°}{q}$

(1) *Bull. Soc. Fr. Philos.*, janvier 1912, p. 42.
(2) *Bull. Soc. Fr. Philos.*, janvier 1912, p. 42.

Le coefficient $\frac{1}{\lambda}$ variant depuis 10^{-11} seconde (Thorium C') jusqu'à 8.10^9 années (Uranium I), la série des corps radioactifs constitue une série d'horloges naturelles, mais non rythmiques, adaptées aux durées les plus diverses. Les phénomènes ne sont pas identiques dans des temps égaux, mais la régularité de leur loi permet de calculer des durées égales.

S'il était possible d'imprimer à une certaine quantité d'un corps radioactif une vitesse assez grande pour que l'on puisse apprécier un ralentissement de sa désintégration avec une précision suffisante, on réaliserait l'expérience cruciale permettant de voir si une des conséquences les plus importantes de la théorie de la relativité, au point de vue du temps, est applicable à cette classe de phénomènes irréversibles.

Si le résultat était négatif, si, quelle que soit la vitesse d'une masse radioactive (et certains de ces atomes en ont déjà une considérable au moment de leur formation), la désintégration poursuivait la même marche, les conséquences métaphysiques de la conception spatiale du temps d'Einstein-Minkowski en seraient singulièrement réduites. Ces théories n'exprimeraient plus que les propriétés générales des phénomènes périodiques, c'est-à-dire des rapports d'espace et de fréquence, et l'opposition entre ces phénomènes et le temps évolutif, la durée vraie irréductible à de l'espace, qui caractérise les phénomènes irréversibles.

Si, au contraire, le résultat était positif, on ne pourrait en conclure immédiatement à l'extension des conséquences de la relativité aux phénomènes biologiques, car ceux-ci diffèrent encore profondément de ceux de la radioactivité, parce qu'ils dépendent de tous les états intermédiaires et que la considération de l'état initial et de l'état final ne saurait jamais suffire; toutefois, il y aurait des présomptions en faveur de cette extension, qui n'existent pas tant que le ralentissement prévu par Einstein n'a pas été vérifié pour un phénomène irréversible.

En particulier, on serait en droit alors de se demander si la masse de la terre n'a pas subi de variations. La force de la pesanteur est en effet une des forces qui limitent la taille des animaux; le champ gravifique terrestre était-il le même qu'actuellement, au temps des énormes reptiles secondaires? Et s'il était moindre, faut-il envisager une accélération des phénomènes à cette époque, une vitesse plus considérable de l'évolution lithologique et biologique de la terre? Ceci pourrait plaire à ceux qui trouvent trop élevés les nombres de siècles requis par les géologues pour ces transformations.

De même, l'étude de la planète Jupiter (1) qui a la masse la plus considérable du système solaire, après le soleil lui-même, semble indiquer qu'elle est encore à l'état semi-fluide, c'est-à-dire à un état d'évolution moins avancé que la terre, bien que, dans l'hypothèse de Laplace, elle ait dû s'isoler plus tôt de la nébuleuse. Serait-ce sa masse qui aurait ralenti son évolution irréversible?

Il faut remarquer toutefois que, dans un système donné, il doit y avoir, selon les travaux mêmes d'Einstein, augmentation de la masse, donc du champ gravifique si la vitesse diminue, et inversement.

Or, au point de vue de l'écoulement du temps, ces deux actions s'opposent, la première accélérant, la seconde ralentissant le cours du temps.

S'il y avait compensation complète, nous retrouverions comme conséquence finale l'écoulement uniforme du temps, comme nous avons vu que persistait, malgré tout, son irréversibilité foncière.

R. Paucot,
Proviseur du Lycée de Lorient.

(1) Voir *Scientia*, juin 1920.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1921). — 1. *Analyse.* M. *Riquier* étend, aux systèmes d'équations aux dérivées partielles les plus généraux, les résultats qu'il a obtenus récemment à propos des systèmes complètement intégrables du premier ordre, et qui constituaient eux-mêmes une généralisation de la théorie classique de l'équation $p = f(x,y,z,q)$.

2. Précédemment, M. *Maurice Gevrey* avait donné une méthode générale pour former les fonctions de Green et de Neumann relatives aux équations du second ordre, du type elliptique, à n variables; comme le montre l'Auteur, la méthode est susceptible d'être généralisée dans le cas des équations d'ordre $2p$, à caractéristiques toutes imaginaires : la chose est particulièrement simple lorsque les caractéristiques forment une seule famille multiple d'ordre p.

3. M. *Gaston Julia* se propose de rechercher s'il existe une fonction analytique G(Z) telle que l'on ait $G[R_1(Z)] = R_2[G(Z)]$, R_1 et R_2 étant deux fonctions rationnelles. Sans restreindre la généralité, on peut supposer que R_1 a un point double répulsif à l'origine, et que G(Z) est holomorphe en O. Or, en général, comme le montre l'Auteur, G(Z) aura des *points critiques* transcendants ou essentiels. *L'équation peut-elle avoir des solutions uniformes dans tout le plan*? L'auteur approfondit les différents cas où il peut en être ainsi ; on est ramené notamment aux fonctions rationnelles ou aux fonctions méromorphes d'ordre nul.

12. Dans une seconde Note, M. Gaston Julia envisage successivement l'ensemble $\mathcal{E}$ des points où les fonctions $f(z^{k^n})$ ne sont pas normales (f, entière), puis l'ensemble analogue $\mathcal{E}_p$ pour les itérées, non plus de z^k, mais du polynome $P(x)$. Par exemple, lorsque $f(z)$ a une valeur asymptotique finie $\mathcal{E}_p$ recouvre tout le domaine de convergence immédiat vers l'infini (relatif à l'itération de P).

4. Lorsqu'on a formé les équations intégrales qui régissent le mouvement plan d'un fluide autour d'un solide, la solution qu'il faut *pratiquement* adopter est définie sans ambiguïté ; mais, comme l'observe M. *Henri Villat*, il est curieux d'observer que ces équations possèdent, *théoriquement*, une infinité d'autres solutions, dépendant d'un nombre illimité de paramètres arbitraires, et se rattachant aux fonctions thêta-kleinéennes.

5. Comme corollaire d'un théorème plus général, M. *Kyrille Popoff* montre que toute fonction dérivable est développable en série suivant les polynomes d'approximation (tayloriens) de $\sin x$ et de $\cos x$.

6. Soit $\psi(q)$ une fonction multiforme de q ; supposons que la branche $\psi_i(q)$ soit holomorphe dans un domaine F_i et appelons $\widehat{\psi}_i(q)$ cette branche bien délimitée ; si toutes les substitutions du groupe $G[q|\psi(q)]$ — où ψ reçoit cette fois *toutes* ses déterminations — peuvent s'obtenir par combinaison d'un nombre fini de substitutions fondamentales $[q|\widehat{\psi}_i(q)]$, M. *Pierre Boutroux* dit que le groupe G est *autogène* ; à G correspondent des fonctions qui diffèrent des fonctions classiques en ce que certains coefficients, constants dans les fonctions classiques, subissent les substitutions d'un groupe autogène.

7. M. *B. Déirmendjian* établit le théorème classique de M. Picard sur les fonctions entières en s'appuyant sur la belle proposition, due également à M. Picard, et qui limite le genre de la relation algébrique reliant deux fonctions qui ont à l'origine une singularité essentielle. Le procédé peut être généralisé.

8. M *J. Kampé de Fériet* énonce différents théorèmes au sujet des fonctions hypergéométriques généralisées qu'il a récemment introduites —; citons notamment le suivant : pour déterminer l'intégrale générale du système hypergéométrique vérifié par une fonction d'ordre ω, il suffit d'en connaître $(\omega + 1)^2$ intégrales particulières.

9. Dans un Mémoire qu'il présente à l'Académie, M. *A. Lévy* signale, en particulier, l'effet des lois de récurrence sur certains déterminants qui trouvent une application intéressante dans la théorie des nombres.

10. Comme le montre M. *R. Gosse*, toute équation non linéaire de la forme $r + f(x,y,z,p,q.t) = 0$ qui admet deux invariants du deuxième ordre se réduit à l'un des trois types intégrables, de forme très simple, qu'il a obtenus. Deux de ces types paraissent inédits.

11. M. *Théodore Varopoulos* indique, notamment, que toute fonction croissante vérifie l'inégalité

$$\mu\left[x + \frac{1}{\mu(x)}\right] < (1 + \varepsilon)\mu(x) \quad (\varepsilon > 0, \text{ quelconque}).$$

13. A la suite des récents travaux de M. Borel, M. *G. Mittag-Leffler* a repris les recherches qu'il avait publiées jadis ; les modifiant convenablement, il parvient *à étendre le théorème fondamental de Cauchy* (sur l'intégrale d'une fonction de variable complexe) *à des fonctions uniformes, définies sur des ensembles partout denses et satisfaisant à des conditions moins restrictives que la monogénéité*.

14. M. *G. Cerf* signale les multiples avantages que présente l'emploi des systèmes de Pfaff pour l'étude des transformations des équations aux dérivées partielles du troisième ordre, à deux variables, et à caractéristiques du second ordre.

15. Comme l'a montré M. Borel, les a_n sont de véritables pôles pour $f(z) = \Sigma \frac{A_n}{z - a_n}$ lorsque la série $\Sigma|A_n|$ converge assez rapidement ; et l'on peut prolonger la fonction le long de certaines lignes dans les régions où elle n'est pas analytique. Mais on pouvait se demander si la rapidité de la convergence de $\Sigma|A^n|$ était une condition essentielle du résultat précédent : or il en est bien ainsi, comme le montre M. *J. Wolff* par un exemple simple. — M. *Emile Borel* signale l'importance de ce résultat. indique les nouvelles recherches qu'il suggère, et insiste à nouveau sur l'intérêt que présente la classification des ensembles de mesure nulle pour la théorie des fonctions.

16. Entre autres résultats, M. *G. Valiron* établit que $f(z)$ étant une fonction entière et ε un nombre positif quelconque, l'équation $f(z) = Z$ admet des racines de module $< |Z|^\varepsilon$ dès que $|Z|$ est suffisamment grand.

Géométrie infinitésimale. Peut-on établir une correspondance conforme entre deux surfaces, avec conservation des lignes de courbure et du rapport $R_1^2 : R_2^2$? C'est le problème que se pose M. *Bertrand Gambier* et dont il indique diverses solutions, telles que la sphère, les surfaces de révolution, les surfaces isothermiques et les surfaces minima.

Mécanique. 1. Récemment, M. Painlevé a fait observer que les conditions einsteiniennes conduisent non seulement à la formule du ds^2 désormais célèbre dans la théorie de la gravitation, mais à une infinité d'autres ds^2, dépendant de deux fonctions arbitraires de la distance. M. *Jean Chazy* étudie les conditions auxquelles doivent satisfaire les ds^2 et les conséquences qui en résultent pour le raccourcissement des corps vers le Soleil, et la durée de la vibration des atomes.

2. Le procédé par lequel Lorentz arrive aux notions de masse longitudinale et de masse tranversale ne paraît pas à l'abri de tout reproche. M. *G. Fontené* retrouve ses résultats par une méthode très simple ; d'une part il s'appuie sur l'équation vectorielle

$$\text{vecteur } F = \frac{d}{dt}(\text{vecteur } mV);$$

d'autre part il introduit la masse dynamique m et une pseudo-masse m_1 telles que $mv = m_1v_1$, $mw = m_1w_1$ (u_1v_1w sont les projections de V sur les axes fixes $Oxyz$ u_1,v_1,w_1 celles de V sur des axes entraînés relativement aux premiers par une translation rectiligne et uniforme, parallèle à Ox).

Physique mathématique. 1. D'un théorème général qu'il a établi, M. *K. Ogura* déduit cette conséquence : Si toutes les lignes d'intersection des surfaces appar-

tenant aux trois familles d'un système triple orthogonal dans l'espace sont des rayons lumineux, cet espace-temps est euclidien.

3. Dans une seconde Note, il montre qu'on arrive au ds^2 de Schwarzschild-Eddington, (par le mouvement *plan*) en partant non plus de loi d'Einstein, mais des conditions suivantes :

1° La courbure scalaire de l'espace-temps à trois dimensions est nulle ;

2° L'espace-temps à trois dimensions est euclidien à l'infini ;

3° Le rapport de la courbure totale de l'espace à deux dimensions avec la courbure géodésique du rayon lumineux est constant.

2. M. *A. Buhl* rappelle comment ses travaux sur les généralisations de la formule de Stokes permettent de déduire la forme des équations de Maxwell-Lorentz de la formule classique

$$\iint X\,dY\,dZ = \iiint dX\,dY\,dZ ;$$

le procédé exige d'ailleurs des restrictions qui ont quelque analogie avec celles de M. Painlevé et de M. Picard.

Hydrodynamique. 1. Comme le montre M. *Riabouchinski*, les équations de W. Thomson, relatives au mouvement des solides dans un fluide parfait incompressible, sont encore valables lorsque les solides sont percés, et lorsqu'il y a circulation autour des solides dont la position relative peut varier. Il faut supposer que le déplacement des corps ne peut modifier l'ordre de connexité du fluide, ni l'étendue des surfaces des solides en contact avec le fluide.

2. Dans une seconde Note, le même Auteur applique le théorème des projections et celui des quantités de mouvement au mouvement non permanent d'un fluide visqueux incompressible. RENÉ GARNIER.

Télégraphie

L'état actuel de la télégraphie sans fil et ses applications scientifiques. — Le général Ferrié a fait le 1er juin 1921, à la Société Astronomique (V. *Bulletin de la Société Astronomique*, septembre 1921) sur l'état actuel de la T. S. F., une conférence très intéressante dont nous nous proposons d'indiquer ici les points essentiels.

1. *Communications à grande distance.* — Pour établir des communications à très grande distance entre deux points séparés par la mer, l'emploi de câbles est, en ce moment, presque impossible en raison du prix très élevé des matières. Les nouvelles liaisons qui ont été reconnues nécessaires dans le monde, peuvent être confiées à la Télégraphie sans fil. Encore faut-il cependant que le nombre de télégrammes à échanger soit important et que les tarifs soient suffisamment rémunérateurs, car les frais d'installation et le coût de l'exploitation de la télégraphie sans fil à grande distance sont très élevés.

Les progrès réalisés pendant ces dernières années permettent déjà d'assurer un trafic radiotélégraphique important à grande distance, grâce à la vitesse obtenue pour la transmission et la réception, ainsi qu'à la protection devenue possible contre les brouillages de toute nature.

En ce qui concerne la transmission, on peut utiliser deux sortes de générateurs puissants d'oscillations électriques entretenues : les alternateurs de haute fréquence et les arcs du genre Poulsen. Il n'est plus question d'employer les dispositifs à étincelles, qui seront même prochainement interdits. La technique des alternateurs de haute fréquence a été grandement poussée, en France, par MM. Bethenod et Latour qui ont créé, pendant la guerre, le meilleur type de machines de ce genre qui existe actuellement. Les arcs Poulsen ont pris également un essor considérable pendant la guerre, en France notamment, où les travaux théoriques de M. Blondel, membre de l'Institut, ont grandement facilité la tâche des ingénieurs.

Avec les deux espèces de générateurs, la transmission se fait en signaux Morse transmis à une vitesse plus ou moins grande, suivant les circonstances, au moyen d'appareils du genre Wheastone et de manipulateurs rapides de types spéciaux.

Pour la réception il n'est plus fait usage que d'appareils comportant des lampes à 3 électrodes qui permettent de réaliser des dispositifs donnant une amplification et une sélection considérables. Les ondes à recevoir sont collectées au moyen de bobines (cadres) plus ou moins larges, convenablement orientées par rapport à la direction d'où proviennent les ondes, et associées à des condensateurs et à des circuits spéciaux qui sont reliés eux-mêmes aux appareils à lampes. Ces cadres sont placés en un point quelconque différent de celui où est situé le poste d'émission. La transmission et la réception peuvent être faites ainsi simultanément et sans difficultés.

Quand la vitesse de transmission n'est pas trop grande, la lecture des signaux Morse sa fait au moyen d'un casque téléphonique comme à l'ordinaire. Si elle dépasse la limite imposée pour les possibilités de perception à l'oreille, on enregistre les signaux soit sur un phonographe ou un télégraphone, soit sur un enregistreur à noir de fumée ou à encre, ou photographique. La lecture se fait ensuite en reprenant ces inscriptions et en les déroulant à une vitesse suffisamment ralentie.

Une gêne très grande est souvent apportée à la réception par les perturbations électriques naturelles. Des dispositifs ont été établis qui diminuent cette gêne ; des recherches pour leur amélioration sont poursuivies sans relâche.

Les appareils de transmission et de réception peuvent fonctionner indépendamment d'autres appareils, à condition que les longueurs d'ondes des deux transmissions diffèrent entre elles d'au moins 0,5 p. 100. Pour franchir de grandes distances les longueurs d'ondes doivent être très grandes ; on les choisit entre 10.000 et 30.000 mètres en général. Entre ces limites, il n'existe que 110 bandes d'ondes ayant une largeur à $\frac{1}{100}$ de leur valeur moyenne. On ne peut donc, pour le moment, établir que 110 communications indépendantes.

Notre pays est actuellement le mieux doté en stations puissantes. Nous possédons les postes de la Tour Eiffel, de Nantes, de Lyon, de Bordeaux. Ce dernier (poste La fayette) est de beaucoup le plus puissant du monde. Une station plus grande encore a été mise récemment en construction à Sainte-Assise (près Melun) par l'industrie privée. L'établissement de postes très puissants avait été également entrepris pendant les hostilités par le département de la guerre en Algérie, au Sénégal, au Congo, à Madagascar, au Tonkin ; ils seront remis à l'administration des Postes et des Télégraphes après leur achèvement.

2. *Communication à moyenne distance.* — Pour les communications à moyenne ou faible distance, notamment en pays troublé ou désertique, la télégraphie

sans fil peut être souvent substituée avec avantage à la télégraphie ordinaire. On peut employer les mêmes appareils que pour les grandes distances ; toutefois on tend à utiliser de plus en plus les lampes à trois électrodes pour l'émission comme pour la réception. Les longueurs d'ondes employées sont en général d'autant plus courtes que la distance à franchir est plus faible. Les installations sont relativement peu coûteuses, la manipulation et la réception à grande vitesse sont plus faciles à réaliser que pour les communications à grande distance. M. H. Abraham a récemment réussi à établir une communication radio-télégraphique par dispositif Baudot à une distance voisine de 150 km.

De très nombreuses communications de télégraphie sans fil à moyenne ou faible distance ont déjà été mises en service. En France nous possédons un important réseau militaire et naval qui est d'une très grande utilité pour la navigation maritime et aérienne ainsi que pour la météorologie. Une Compagnie privée a établi entre Paris et Londres une communication commerciale par télégraphie sans fil pouvant transmettre plus de 100 mots à la minute.

La téléphonie sans fil a pu être réalisée, pendant la guerre pour des distances faibles ou moyennes, mais elle ne s'est pas encore suffisamment développée pour être utilisable par le public. Elle n'est appliquée pour le moment qu'à des usages limités : communications d'avions, de navires, et quelques liaisons spéciales à terre.

3. *La T. S. F. dans la Marine.* — Le poste de télégraphie sans fil fait maintenant partie intégrante de l'équipement d'un navire ou d'un aéronef quel qu'il soit. Le navigateur est ainsi maintenu en communication permanente avec la terre. De plus, la télégraphie sans fil lui apporte une aide puissante pour la navigation proprement dite : grâce aux signaux horaires envoyés plusieurs fois par jour à grande distance par des postes tels que la Tour Eiffel en Europe et Annapolis aux Etats-Unis, chaqque navire possède en permanence l'heure du méridien origine qu'il ne pouvait conserver autrefois que moyennant l'emploi de plusieurs chronomètres de valeur, minutieusement surveillés et comparés chaque jour entre eux.

La radiogonométrie, dont le principe a été donné par M. Blondel, permet également de faire le « point » lorsque le mauvais temps empêche les observations astronomiques. Au moyen d'un dispositif récepteur comprenant un cadre mobile, on détermine avec une précision de l'ordre du degré, la direction d'où vient une émission de télégraphie sans fil ; en déterminant plusieurs directions analogues, le navigateur peut connaître sa position sur la carte. Un certain nombre de radiophares destinés à cet usage ont été installés en France.

Des postes radiogonométriques ont été également placés sur les côtes, de manière à permettre aux navigateurs qui ne possèdent pas de radiogonométrie à bord de demander par télégraphie sans fil dans quelle direction ils sont entendus par les postes radiogonométriques de terre et de déterminer ainsi leur point d'après les renseignements qui leur sont fournis.

4. *La T. S. F. aux armées.* — Le rôle de la télégraphie sans fil aux armées, pendant la guerre, a été considérable. De petits postes portatifs, très simples et munis de courtes antennes assuraient les liaisons du régiment d'infanterie ; un peu plus en arrière des postes à ondes entretenues, très légers, maintenaient les communications des divers échelons du commandement et assuraient le contact des diverses armes. De nombreux avions, munis de petits postes à étincelles et faisant usage de dispositifs permettant de les différencier les uns des autres, réglaient le tir des batteries, exploraient le champ de bataille et renseignaient le commandement, etc. La radiogonométrie permettait de déterminer l'emplacement des postes de télégraphie sans fil ennemis, de suivre leurs déplacements et d'en déduire les mouvements des grandes unités.

« Il convient de remarquer, indique le général Ferrié, que c'est en France qu'ont été créés tous les procédés nouveaux d'utilisation de télégraphie sans fil : emploi intensif de la télégraphie sans fil d'avions, petits postes de télégraphie sans fil à ondes entretenues permettant de faire aussi la téléphonie sans fil, récepteurs radiotélégraphiques à bord des avions, radiogoniomètres à un seul cadre mobile, télégraphie par le sol et surprise de communications téléphoniques, etc. Nos alliés nous ont suivis et l'ennemi nous a imité avec un retard atteignant 6 mois en général et souvent davantage. Le rôle principal dans la création de ces procédés nouveaux a été joué par la lampe à trois électrodes ou audion, d'invention américaine, à peine connue au moment de la guerre mais dont l'étude, l'emploi et la fabrication (suivant des types spéciaux) ont été considérablement poussés en France dès les premiers mois de la guerre. »

5. *Applications scientifiques de la T. S. F.* — Les applications scientifiques de la télégraphie sans fil présentent également un grand intérêt.

La détermination de la différence de longitude entre deux points nécessite la comparaison, au même instant, de pendules placées en ces deux points et dont on a déterminé l'état par des observations astronomiques. La Télégraphie sans fil permet de donner facilement un signal instantané perçu dans les deux points, et dont il faut déterminer l'heure en chacun d'eux par comparaison avec la pendule locale. Une très grande précision peut être obtenue en transmettant par télégraphie sans fil, non pas un signal unique, mais une série de signaux également espacés et dont l'intervalle est un peu inférieur à une seconde. En écoutant, dans chaque poste, ces signaux en même temps que la pendule locale, on constitue une sorte de vernier acoustique et l'on observe des coïncidences périodiques entre les signaux de télégraphie sans fil et les battements de la pendule. On parvient ainsi à déterminer, avec une approximation d'un centième de seconde, l'heure locale de l'un des signaux de Télégraphie sans fil. Une pareille comparaison étant faite dans les deux points dont on veut connaître la différence de longitude, celle-ci se trouve déterminée avec une approximation d'un centième de seconde, si la précision des observations astronomiques est du même ordre. De nombreuses opérations ont été faites par ce procédé : en particulier, la différence de longitude entre Paris et Washington a été ainsi mesurée en 1913.

La radiogoniométrie a permis d'observer que les directions indiquées pour une même émission, par un poste radiogoniométrique variaient parfois suivant les heures de la journée et suivant les jours. Il s'agit probablement d'effets analogues aux réfractions optiques qui se traduisent par le mirage. Leur origine n'est pas encore précisée, mais elle semble devoir se rattacher à la variation de l'ionisation et à des condensations atmosphériques, dont le rôle à l'égard des ondes hertziennes est certainement très différent de celui qu'elles ont vis-à-vis des ondes lumineuses ordinaires.

Les perturbations électriques naturelles qui se traduisent, pour les radiotélégraphistes, par des « parasites » sont l'objet de recherches approfondies, très précieuses également pour l'avenir de la Météorologie. Déjà, l'existence de certains « parasites » permet de conclure à l'approche d'un orage et même parfois de déterminer la direction et la marche de celui-ci au moyen d'un radiogoniomètre.

Les ondes hertziennes ont été également employées pour des études géologiques et, en particulier, pour la détermination de gisements métalliques, etc...

« Sans pousser plus loin l'exposé des applications de la Télégraphie sans fil aux recherches scientifiques, il est permis de conclure, ajoute pour terminer le général Ferrié, que le développement de la radiotélégraphie est souhaitable autant dans l'intérêt de la Science que pour l'amélioration des communications. Aussi les divers départements ministériels intéressés ont-ils décidé de créer un laboratoire national de radiotélégraphie, qui sera chargé d'effectuer les études d'ordre scientifique et les recherches pratiques d'intérêt général. Nous pouvons donc espérer que notre pays continuera dans l'avenir à apporter une contribution importante aux découvertes et aux perfectionnements qui sont encore nécessaires en Télégraphie sans fil. ».

A. Bc.

Météorologie

La Prédiction des houles du Maroc. — Un des principaux obstacles au commerce maritime le long des côtes du Maroc est la gêne produite, pour les opérations dans les ports, par les fortes houles venant du SW au NW, houles qui se font principalement sentir pendant la période d'hiver (Octobre à Mai).

Survenant inopinément, sans que rien dans les conditions météorologiques locales puisse prévenir de leur arrivée, elles aboutissent parfois à de véritables catastrophes en provoquant la perte de voiliers, de remorqueurs ou de nombreuses barcasses. Tout récemment les journaux ont signalé les dégâts causés dans les travaux des ports par ces phénomènes, qui revêtent parfois une intensité considérable, et qu'on appelle alors assez improprement des raz-de-marée.

Le service de météorologie maritime s'est préoccupé à plusieurs reprises de l'étude des houles du Maroc, et M. Gain, alors adjoint au chef du service de la météorologie maritime et aujourd'hui chef du service météorologique de la navigation aérienne, a publié dans les Annales hydrographiques de 1920, une étude qui résume et précise les travaux antérieurs.

Voici le résumé des conclusions de cette étude :

La houle produite sur la côte du Maroc est la conséquence, dans la plupart des cas, de dépressions barométriques passant sur l'Océan entre les Açores et le Sud-Ouest de l'Islande, dépressions qui, dans l'état actuel des observations météorologiques, nous sont connues soit en approchant de l'Islande, soit en arrivant vers la France et le Portugal, ces dernières beaucoup plus rares et ne semblant jamais donner une grosse mer au Maroc (1).

Les houles qui se propagent jusqu'au Maroc se forment dans une région comprise à peu près entre une ligne imaginaire reliant Casablanca à la côte ouest de l'Islande et une autre ligne reliant les Açores au sud du Groënland. Toute dépression qui aura séjourné assez longuement dans cette région et donné naissance à des vents violents ou assez forts des régions NW à WNW produira une houle qui pourra se propager sur la côte du Maroc.

La vitesse de la houle est très variable. En admettant que la vitesse de propagation soit voisine de 15 à 20 nœuds, la houle mettra de 3 à 6 jours à parvenir sur la côte du Maroc. Or, bien avant ce délai, la dépression, ayant presque toujours une trajectoire Ouest-Est, sera signalée soit vers l'Islande, soit au nord de l'Irlande. La présence de cette dépression sera connue 2 à 4 jours avant l'arrivée de la houle au Maroc, temps largement suffisant pour la prédire et prendre les précautions nécessaires.

A la suite du travail de M. Gain, le service de la météorologie maritime a organisé au Maroc, d'accord avec les autorités locales, un service de prévision des houles qui fonctionne à Casablanca et auquel sont envoyés par télégraphe et T. S. F. tous les renseignements nécessaires pour construire la carte du temps sur l'Atlantique. Ce service fonctionne depuis deux ans et est rattaché aujourd'hui à l'Institut scientifique Chérifien, dirigé par le Docteur Liouville. Le Docteur Liouville nous a fait connaître que la prévision des houles avait donné d'excellents résultats. C'est un exemple de plus, ajouté à bien d'autres, des services pratiques importants que peut rendre l'étude rationnelle de la météorologie.

J. R.

Anthropologie

Emile Cartailhac (1844-1921). — Emile Cartailhac est mort le 25 novembre 1921. Avec lui disparait l'un des derniers survivants des fondateurs de l'Anthropologie.

Lorsqu'il naquit à Camarès, en 1844, six années seulement s'étaient écoulées depuis le jour où Boucher de Perthes avait apporté au monde savant la preuve irréfutable que l'Homme avait été le contemporain des grands Mammifères quaternaires, aujourd'hui disparus.

Ses études terminées, Cartailhac, témoin des luttes passionnées qu'avait suscitée la découverte de Boucher de Perthes, se jeta avec fougue dans la mêlée. Doué d'une surprenante faculté de travail, esprit largement ouvert à toute conception nouvelle reposant sur une base scientifique, ces qualités, jointes à une vaste érudition, lui assurèrent, dès le début de sa carrière, une autorité qui ne fit que s'accroître avec les années.

En 1869, à 25 ans, il prit la direction de la célèbre Revue : *Matériaux pour servir à l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme*. En 1872, la part active qu'il prit aux travaux du 6e Congrès international d'Anthropologie, tenu à Bruxelles, laissait entrevoir, déjà, le Maître qu'il était en voie de devenir.

Analyser l'œuvre poursuivie par Cartailhac pendant près de 60 années est impossible ici. A côté d'un nombre considérable d'articles et de communications faites dans les Sociétés savantes, il laissa d'importants ouvrages qui demeureront, pour les générations futures, la base des études de Paléontologie humaine.

Outre la collection des *Matériaux*, qu'il dirigea si longtemps et celle de l'*Anthropologie* où il publia une grande partie de ses découvertes et de ses travaux originaux, il faut citer principalement sa *France préhistorique* dont les éditions se succèdent depuis trente ans ; les *Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal* ; l'*Age de la Pierre dans les souvenirs et les superstitions* ; *Les Grottes de Grimaldi* (Archéologie) ;

(1) Si l'on réalise enfin la transmission par T. S. F. des Observations météorologiques prises par les navires en mer, l'existence de ces dépressions sera connue beaucoup plus tôt.

Peintures et gravures murales des cavernes paléolithiques. Altamira (en collaboration avec l'abbé Breuil).

Lorsqu'avaient été découvertes les célèbres peintures de la caverne d'Altamira, Cartailhac, toujours très prudent quand il s'agissait de trancher une question d'ordre scientifique, avait été parmi ceux qui avaient douté de leur authenticité en tant qu'art quaternaire. Il entreprit, cependant, une étude approfondie de la question et ne tarda pas à être convaincu de son erreur première. Il tint à s'en accuser publiquement dans une note insérée en 1902 dans l'*Anthropologie*, sous le titre : *La grotte d'Altamira. Mea culpa d'un sceptique*. Puis, avec son ami et collaborateur Breuil, il devint le grand historiographe de la célèbre grotte qui fit l'objet, sous les auspices de S. A. S. le Prince de Monaco, d'une splendide publication.

Dans le cours de sa longue carrière, Cartailhac fut appelé, bien souvent, à donner un avis éclairé sur certaines questions très épineuses, relatives à une antiquité qui se chiffre par dizaines de millénaires. C'est ainsi qu'il eut à étudier le problème de l'Aurignacien au point de vue de la place exacte qu'occupe chronologiquement cette période du quaternaire supérieur.

La présence d'un niveau pré-solutréen, constatée à Aurignac et en plusieurs autres lieux, fut d'abord mise en doute. Cette nouvelle assise, plus tard à peu près acceptée, fut placée sous le solutréen, intercalée ensuite, entre le solutréen et le magdalénien et enfin laissée dans l'oubli.

Cartailhac, qu'intéressait grandement cet important problème chronologique, établit nettement dans les gisements de Gargas, Tarté et Clarignac, l'antériorité du niveau aurignacien sur le solutréen et de son côté, l'abbé Breuil apportait au Congrès de Périgueux les preuves certaines d'une période aurignacienne qui prenait place, définitivement à la base du pléistocène supérieur.

Emile Cartailhac s'était de bonne heure fixé à Toulouse. Il inaugura, bénévolement du reste, un enseignement de l'Anthropologie préhistorique, devant un nombreux auditoire car, excellent professeur, sachant exposer sobrement et clairement les questions les plus ardues, sa parole chaude et vibrante savait convaincre. Ce fut une grande joie pour lui et pour ses élèves lorsque la Faculté lui confia, bien que tardivement hélas, un cours complémentaire de Préhistoire.

La ville de Toulouse lui est, en outre, redevable de la réorganisation et de l'enrichissement de ses musées qui comptent aujourd'hui parmi les plus importants que nous possédons en France.

En 1900, il avait été élu membre correspondant de l'Institut.

Il prit part, en qualité de délégué du Ministre de l'Instruction publique, au premier Congrès de l'Institut international l'Anthropologie qui se tint à Liège au mois de juillet 1921. Il apporta encore dans toutes les discussions une autorité universellement reconnue; sa conférence sur l'Art Paléolithique, au cours de laquelle il émit des idées pleines d'originalité, remporta un énorme succès.

Au mois de novembre 1921, sur l'initiative du Professeur Pittard, l'Université de Genève l'appelait pour faire une série de conférences. La dernière eut lieu le 21 novembre, car le lendemain alors que plein d'entrain, il s'entretenait avec M. Pittard, il s'affaissa subitement, frappé à mort. Il s'éteignit le vendredi 25 novembre, sans avoir repris connaissance.

Emile Cartailhac repose aujourd'hui, suivant son désir, dans le petit cimetière de Camarès (Aveyron).

L. FRANCHET.

Chimie

L'eau oxygénée pure. — MM. Maass et Hatcher (*J. Amer. Chem. Soc.* 1920, T. 42, n° 12) ont déterminé les constantes de l'eau oxygénée pure. Son point de fusion est 1°17 ; sa densité 1.4635 à 0° à l'état liquide et 1.644 à l'état solide; son indice de réfraction à 22° pour la raie D est 1.4139. La purification de l'eau oxygénée commerciale se fait par distillation dans le vide, puis concentration, d'abord par évaporation à chaud et ensuite à basse température dans le vide. La purification est achevée par des cristallisations fractionnées. Le rendement final est de 50 % à partir d'une eau commerciale.

A. R.

Biologie

L'intersexualité chez les Daphnies. — On désigne sous le terme d'intersexuels les êtres qui présentent un état intermédiaire entre les deux sexes, une sorte de panachure de caractères mâles et femelles. Quand ces caractères, bien que réunis sur le même individu, sont « nettement » mâles ou femelles on préfère employer le terme de gynandromorphes, mais la distinction est un peu subtile. D'une façon générale, les intersexuels sont rares, bien qu'on en ait signalé dans presque tous les groupes. C'est parmi les Insectes que l'on a reconnu les cas les plus nombreux et les plus typiques, en particulier des gynandromorphes bipartie, tel Papillon nettement mâle d'un côté et femelle de l'autre.

M. R. de La Vaulx vient de publier sur l'intersexualité chez un Crustacé Cladocère, *Daphnia atkinsoni*, une longue étude qui est une thèse de doctorat (*Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, t. LV, fasc. 1, 1921). Patiemment, pendant six années consécutives, il a examiné des milliers et des milliers de Daphnies, et a réussi à isoler ainsi 350 individus présentant des aberrations plus ou moins accentuées de leurs caractères sexuels. Ces Daphnies anormales étaient surtout nombreuses dans certaines lignées, comme si l'aptitude à donner naissance à des intersexuels faisait partie du patrimoine héréditaire. Mais, et ceci est intéressant au point de vue du déterminisme du phénomène, c'est au cours des élevages pratiqués au laboratoire, dans des conditions plus ou moins défectueuses, que l'on trouve des individus aberrants ; les zoologistes descripteurs qui, pour leurs travaux de systématique, ont examiné des milliers de Cladocères vivant en liberté, n'ont jamais signalé d'intersexués. Les conditions déterminantes sont, d'ailleurs, encore fort obscures. Diverses hypothèses ont été proposées ; celle de R. Goldschmidt (1916) est une des plus plausibles. D'après Goldschmidt, l'œuf possède en puissance les caractères des deux sexes ; les facteurs sexuels sont des sortes d'enzymes, *l'andrase* et la *ginase ;* ils sont portés par la chromatine. Normalement, la quantité d'andrase est nettement supérieure par rapport à celle de ginase, ou bien c'est le contraire, et l'œuf donne soit un mâle, soit une femelle. Mais il arrive quelquefois que la supériorité quantitative de l'une des enzymes est faible ; l'autre parvient alors à s'y substituer, et ce d'autant plus tôt que la dominance est moins prononcée. Le degré d'intersexualité dépend ainsi du moment où se produit la substitution de l'ac-

tion des enzymes. Plus un organe se différencie tard au cours du développement individuel, et plus il y a des chances qu'il subisse une inversion sexuelle ; ainsi, chez les Articulés, les anomalies les plus fréquentes sont celles des antennes.

M. de La Vaulx, qui n'invoque qu'avec hésitation et force circonlocutions les enzymes, facteurs dominants, etc., admet lui aussi que le déterminisme du sexe des Cladocères pourrait être de nature quantitative. Il croit que le facteur sexuel, au cas où sa dominance est insuffisante et transitoire, se répartit irrégulièrement entre les divers blastomères de l'œuf, donnant ainsi naissance aux asymétries qu'il a rencontrées chez toutes ses Daphnies intersexuées, et qu'il décrit avec minutie. Le sens de l'asymétrie varie avec les organes et les régions considérées. Les causes qui, dans une lignée, font apparaître brusquement la répartition irrégulière des facteurs en question, sont encore inconnues ; circonstances internes sans doute, et aussi externes, pénurie alimentaire entre autres. Quand le phénomène est poussé bien loin, atteignant la majorité des organes externes, les gonades elles-mêmes sont mixtes, mais ces ovo-testis ne sont pas fonctionnels. Les Cladocères étudiés par M. de La Vaulx rappellent d'une part les gynandromorphes typiques de Morgan, par la répartition irrégulière des caractères franchement mâles et femelles, et d'autre part les intersexués de Goldschmidt, par les formes intermédiaires et leur ordre d'apparition.

Mais la question capitale est celle des rapports entre les caractères morphologiques et les gamètes. Chez les Mammifères, et sans doute chez tous les Vertébrés, les caractères sexuels secondaires sont manifestement sous l'influence des hormones secrétées par les glandes génitales. En est-il de même chez les Invertébrés ? On l'a nié, en particulier en ce qui concerne les Insectes, mais le problème est loin d'être résolu dans le sens négatif. M. de La Vaulx n'est pas très partisan de la théorie des hormones sexuelles ; celles-ci ne lui paraissent pas être le procédé de relation fondamental et nécessaire entre les caractères primaires et secondaires ; ces derniers, pour certains auteurs, ne se distinguent en rien des caractères de race ou d'espèce ; les hormones peuvent parfois les révéler, mais non les créer. De ses lectures et de ses recherches personnelles, M. de La Vaulx tire la conclusion suivante :

Tout œuf possède un sexe qu'il transmet à chacune des cellules filles. Toutes les cellules du corps se trouvent donc posséder un sexe qu'elles manifestent, suivant qu'elles appartiennent au *germen* ou au *soma*, par la production des gamètes déterminées ou par la réalisation des formes caractéristiques du sexe. L'orientation de l'œuf vers tel ou tel sexe, et qui dépend d'un certain état métabolique, n'est pas toujours définitive (voir par exemple les expériences de Baltzer sur les modifications secondaires du sexe chez la Bonnelie). Cette « labilité sexuelle » n'est pas le propre de l'œuf seul ; elle peut se retrouver dans les cellules filles, qui sont capables de montrer une sexualité différente de l'ensemble du corps ; c'est ainsi qu'on a des gynandromorphes.

D'ailleurs, il n'y a pas que les caractères primaires et secondaires ; il y a aussi les *caractères tertiaires*, qui complètent en quelque sorte la physionomie du sexe. Tels sont, dans l'espèce humaine, la taille, le développement des muscles, la finesse des extrémités et des articulations, une infinité de caractères psychiques. Tous ces caractères ne se répartissent pas uniformément entre les différents individus du même sexe et permettent ainsi d'établir des degrés dans la sexualité. De là le terme du type sexuel intermédiaire créé pour l'espèce humaine à propos de certaines aberrations psychiques par Hirschfeld. M. de La Vaulx arrive ainsi à concevoir les sexes, non point comme deux alternatives exclusives, deux polarités incompatibles, mais plutôt comme deux points extrêmes de toute une série continue d'états intermédiaires.

A. Drz.

Thérapeutique

La quinidine dans le traitement de l'arythmie complète du cœur. — On savait que la quinine possède une action sédative sur le cœur et depuis peu on avait été amené à employer avec succès ce médicament dans le traitement de l'arythmie perpétuelle, mais actuellement on lui préfère son stéréoisomère, la quinidine. Frey a comparé au point de vue de leur action sur le cœur la quinine, la cinchonine et la quinidine ; il a constaté que cette dernière est la plus active et qu'elle donne de bons résultats dans des cas d'arythmie qui ne sont pas améliorés par d'autres médicaments. Ingérée à l'état de sulfate, à la dose journalière de 1 gr. 50 par prises de 0 gr. 50, la quinidine fait disparaître en quelques jours la fibrillation auriculaire et améliore parfois des arythmiques dont l'état paraissait désespéré. (*Presse Médicale*, 28 mai 1921).

C'est généralement en alternant le traitement par la quinidine et celui par la digitale qu'on agit le plus efficacement. De plus, il ne faut pas oublier que la quinidine améliore d'autant mieux les malades que la fibrillation auriculaire est moins ancienne et qu'elle ne saurait faire disparaître la dyspepsie, les œdèmes et autres symptômes existant avant l'apparition des extra-systoles. Quand elle est prescrite à temps, elle permet le plus souvent d'arrêter l'aggravation et de maintenir le malade dans l'état où il était avant l'apparition de l'arythmie qui n'est souvent que le stade ultime d'une affection cardiaque évoluant depuis longtemps ; c'est déjà un résultat appréciable qui mérite à la quinidine de prendre place dans la thérapeutique courante.

A. B.

Variétés

Une Association générale des Conservateurs de collections publiques de France. — Sous l'active impulsion du Dr Loir, directeur de l'Institut Océanographique du Hâvre, (fondateur de l'Association des Conservateurs de Museums de province et de la Revue « *Musea* ») il vient d'être créé une *Association générale des conservateurs de collections publiques de France.*

Nous ne démontrerons pas l'utilité d'une semblable union qui permettra, par une collaboration étroite des Conservateurs des Musées de France, de perfectionner l'organisation des collections publiques et d'intensifier leur but utilitaire. Nos Musées sont en effet trop peu connus et d'un accès souvent difficile.

Issue d'une association de Conservateurs de Musées de Sciences Naturelles, la nouvelle union groupera, non seulement les Conservateurs des collections scientifiques, mais aussi les Conservateurs de collections artistiques et c'est au Musée du Louvre, dans les salles de l'Ecole, que l'assemblée générale constitutive a tenu ses séances le 13 juillet 1921. Le bureau de la société est composé de :

M. le Pr Vayssière, de Marseille, section scientifique, *Président.*

M. Paul Vitry (Paris) section artistique, *Vice-Président ;*

M. le Dr Loir (Le Hâvre), section scientifique, *Vice-Président ;*

M. Fernand Guey (Quimper) section artistique, *Secrétaire général ;*

M. Piraud (Grenoble) section scientifique, *Secrétaire-Adjoint ;*

Mlle Ballot (Paris) section artistique, *Secrétaire-Adjointe.*

Les principales questions que la section scientifique aura à étudier sont : la fréquentation des musées d'histoire naturelle au point de vue scolaire et post-scolaire ; organisation des visites, même pendant les heures de classe ; ouverture des musées le soir, certains jours, pour l'étude ; organisation d'expositions temporaires et circulantes à envoyer dans les différents muséums, avec texte explicatif utilisable pour des conférences ; études sur la question des collections locales; service pour la détermination des espèces et établissement de listes de spécialistes pour la détermination de certains groupes ; création de préparateurs naturalistes de régions ; création au Museum National d'Histoire Naturelle de bourses de stagiaires à l'usage des conservateurs de museums de province, en fonctions ou à nommer ; propagande pour attirer le public dans les musées.

La lecture de ce programme montre que les questions d'intérêt général qui pourront être étudiées par cette nouvelle Association justifient pleinement sa fondation : elle parviendra sans doute assez rapidement à donner plus de vie à nos établissements de province dont le rôle dans l'enseignement public est déjà très grand mais encore insuffisant. L'idée d'organiser des visites par les élèves pendant les heures de classe, par exemple, mérite d'être appliquée dans une large mesure. Elle pourra ouvrir ou développer l'esprit d'observation scientifique chez beaucoup de jeunes gens qui ne conçoivent les sciences naturelles que comme études livresques quelconques apprises seulement en vue d'examens, sans songer que dans la vie courante elles peuvent avoir une constante application. Et cette utilisation des musées pour les élèves des écoles est à souligner non seulement pour les seules sciences naturelles mais pour l'ensemble des études qui ont donné lieu à la constitution de musées : on mettrait ainsi mieux à profit l'acuité visuelle des jeunes pour le développement de la mémoire. On peut d'ores et déjà prévoir ce que seront les conséquences de cette méthode d'enseignement dont les bons résultats peuvent être induits de ceux obtenus par le développement des travaux pratiques dans l'enseignement à tous les degrés.

Les collections, avec texte explicatif pouvant servir pour des conférences, rendraient à l'enseignement public, scolaire, quel que soit l'âge des élèves, d'immenses services. Cette idée nous paraît très heureuse et à rapprocher des conférences toutes préparées qui sont rédigées sous les auspices du musée Pédagogique (Office de l'Enseignement).

On ne saurait imaginer, lorsqu'on ne l'a pas constaté *de visu*, le degré d'ignorance dans lequel restent plongés la plupart des élèves, pendant et après leur sortie des écoles primaires et élémentaires de nos provinces; dans toutes les questions relatives aux sciences naturelles.

Nous savons qu'il ne faut pas demander aux museums de province des collections d'animaux vivants ou des jardins botaniques bien garnis : la plupart de ces musées disposent de budgets nuls ou dérisoires et ne pourraient entretenir des jardins zoologiques ou botaniques, mais l'augmentation des textes explicatifs, le groupement des échantillons en vue d'applications déterminées : animaux nuisibles à telles cultures dominant dans la région où se trouve le musée, roches et minerais exploités dans les environs, etc. seraient d'une grande utilité pour l'enseignement.

L'édition de catalogues correspondant aux divers échelons de l'enseignement, la réunion en un catalogue général des spécimens existant en un seul exemplaire en France, avec indication des musées qui les possèdent serait appréciée par les spécialistes.

On doit approuver sans réserves le programme de cette nouvelle Association à laquelle la revue *Musea* a consacré son numéro de Septembre 1921.

D'autre part, il est opportun de souligner une circulaire adressée par M. Léon Bérard aux maires des villes qui ont des musées municipaux.

L'esprit dominant de cette circulaire est que les musées de province soient en relations, le Ministre dit : « *en collaboration permanente* », avec le Museum de Paris pour les sciences naturelles, la section d'archéologie du comité des travaux historiques pour les musées archéologiques. Elle envisage avec le même esprit de coordination des efforts :

Les relations et échanges des musées entre eux.

Les relations à développer ou à créer entre ces musées et les universités.

L'organisation de conférences spéciales pour la formation des conservateurs, au museum, à l'Ecole des Chartes et à l'Ecole du Louvre et la délivrance d'un certificat d'aptitude à ces fonctions.

L'utilisation des musées pour compléter l'enseignement : visites, conférences, démonstrations.

Voici donc de quoi réjouir les promoteurs du mouvement qui visent à une meilleure utilisation des musées.

Laurent Rigotard.
Ingénieur agronome.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie

Le chlore industriel. — Alors que le marché des alcalins est illimité, celui du chlore qui l'accompagne dans l'électrolyse des chlorures est encore restreint. Au dernier Congrès de chimie industrielle de France, M. Pomilio signale la préparation avec du chlore du chlorure de potassium par les silicates de potasse et d'alumine avec production en plus du chlorure d'aluminium. Pour 5 tonnes de leucite, d'origine volcanique, provenant d'Italie, on consommerait une tonne de chlore. On aurait pour 10.000 tonnes de silicate : 3.000 tonnes de chlorure de potassium, 2.000 tonnes d'alumine anhydre, 2.000 tonnes de silice, en consommant 2.000 tonnes de chlore. Les leucites italiennes contiennent 9 milliards de tonnes de potasse K^2O.

D'autre part, le traitement des végétaux par le chlore donnerait de la cellulose ; c'est là un débouché illimité.

A. R.

Industrie

L'industrie frigorifique. — Avant la guerre nous importions, en 1913, seulement 21.000 quintaux de viande frigorifiée. En 1914 la consommation fut

177.740 quintaux. En 1915 : 1.822.976 quintaux. En 1916 : 2.231.858 quintaux. En 1917 : 2.048.951 quintaux. En 1918 : 2.324.169 quintaux . En 1919 : 2.595.930 quintaux. En 1920 : 1.532.364 quintaux.

On le voit, la consommation de la viande frigorifiée a légèrement fléchi en 1920 mais cela tient à ce que l'Etat a cessé ses importations et a rendu sa liberté au commerce, mais à la fin de l'année 1920 la consommation a repris sa marche ascendante. Telles sont les remarques faites par M. Donon à la séance du Sénat du 31 décembre 1920 où les principaux nombres ont été apportés à la tribune.

L'*Economiste français* (2-4-21) signale le développement des importations de viande frigorifiée par le port du Hâvre où un entrepôt de très grandes dimensions permettra un accroissement continu du tonnage importé. Actuellement la capacité de ce frigorifique est de 7.000 tonnes; elle sera portée à 12.000 si l'on y ajoute les agrandissements prévus.

Les *Chargeurs réunis* qui ont transporté des viandes frigorifiées dès 1884, de la Plata en Europe, ont transformé pendant la guerre un certain nombre de leurs bateaux en frigorifiques, si bien qu'elle possède une flotte frigorifique de 9 unités dont 5 portent 3.000 tonnes de viande, les autres 1.100 et 1.120 tonnes.

M. E. Rouland publie en outre la statistique des importations à Marseille (compte-rendu de la Chambre de Commerce) année 1918. Sans citer aucun des nombres précis qui figurent dans le tableau de 4 années de guerre, notons que c'est la République argentine qui figure en première ligne ; l'Uruguay, les Etats-Unis, l'Australie, le Canada sont parmi nos plus gros fournisseurs.

Nos colonies, Madagascar et le Sénégal, semblent avoir fait un effort qui démontre la possibilité pour elles de fournir des quantités sérieuses de viandes et nous espérons qu'avec une flotte frigorifique, nous pourrons maintenant favoriser la production de la viande dans nos possessions.

Importation frigorifique de crustacés de Madagascar. — M. le professeur A. Gruvel, du Muséum, a déjà doté le marché français de la langouste royale dont il avait signalé l'abondance sur le banc d'Arguin lorsqu'il accomplissait une de ses missions dans les Pêcheries de l'Afrique occidentale Française .Il vient de faire avec plein succès le transport en frigorifique de poissons et de langoustes de Madagascar.

Les poissons étaient du genre *Diagramma*, les langoustes : *Palinurus penicillatus*, Oliiver et *P. Burgeri*, de Haan, *P. Japonicus* V ; Siebold. En outre une crevette analogue à notre bouquet (*Palaemon serratus*) était jointe à l'envoi.

Le transport d'essai a été fait par un navire frigorifique de la Société Havraise péninsulaire, la *Ville-d'Arras*, puis en rapide par les soins de la Compagnie P. L. M. La durée totale du transport de Tamatave à Paris a été à peine supérieure à 3 semaines (Tamatave 10 avril, Paris 5 mai au matin). Il faut signaler que ces crustacés avaient été cuits préalablement à la mise en caisse, et emballés entre des couches de glace pilée. A l'arrivée l'état de fraîcheur était remarquable.

Ce premier essai de transport de poissons et de crustacés de la Grande Ile méritait d'être souligné. C'est un indice de plus de la bonne volonté de tous d'arriver à exploiter nos richesses coloniales. M. L. Mangin a présenté à la séance du 11 mai de l'Académie d'Agriculture le rapport de M. A. Gruvel sur son expérience.

L.R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Un prix biennal de 1.000 fr., portant le nom de « fondation La Caille », vient d'être institué, grâce à la donation de M. La Caille et de Mme Piette, veuve du regretté Fischer, assistant au Muséum.

— Dans la séance du 26 décembre, le président a fait connaître la mort de M. Schwarz, de Berlin, correspondant de la section de géométrie.

— Dans la séance du 3 janvier, M. Bertin a pris place au fauteuil présidentiel et a réclamé, une fois encore, comme ses prédécesseurs, un peu plus de silence pendant les communications.

— Dans la séance du 19 décembre, M. P. Zeeman, d'Amsterdam, a été proclamé élu correspondant de physique générale en remplacement de A. Righi. En seconde ligne, étaient présentés ex-œquo M. Millikan, de Chicago, et Sir W. H. Bragg de Londres.

M. Zeeman a déjà été lauréat du prix Nobel pour la physique. Trois autres savants hollandais font partie de l'Académie : MM. Lorentz et Van der Waals, comme associés et M. Kammerlingh Onnes, comme correspondant.

Académie de Médecine. — M. Béhal, vice-président, passe à la présidence pour 1922. M. le professeur Chauffard est élu vice-président. M. Souques est réélu secrétaire-général; MM. Henneguy et Quénu sont élus membres du Conseil.

— Dans la séance du 27 décembre, l'Académie a élu, comme associés étrangers : Sir Ronald Ross, de Liverpool; M. William Keen, doyen des chirurgiens des Etats-Unis, et M. William-Henry Wetch, professeur au John Hopkin's Hospital.

Académie d'Agriculture. — M. Sagnier, secrétaire perpétuel, est promu commandeur de la Légion d'honneur.

Direction des Recherches scientifiques et industrielles et Inventions. — M. Mortier est nommé directeur-adjoint, en remplacement de M. Maurain, appelé à d'autres fonctions. M. Legendre remplace M. Mortier comme chef des services administratifs. M. Dumesnil est nommé chez du Secrétariat .

Observatoires de Paris et de Meudon. — M. Carrier, directeur des Eaux et Forêts, est désigné pour représenter le Ministère de l'Agriculture aux Conseils des Observatoires de Paris et Meudon.

Institut des Recherches agronomiques. — Un décret (26 décembre) mentionne l'organisation du nouvel Institut. Le personnel actuel des stations et laboratoires comprend 115 fonctionnaires. Il aura à sa tête un directeur, assisté d'un Conseil de 28 membres : 6 désignés par l'Académie des Sciences; 6 par l'Académie d'Agriculture; 3 députés ou sénateurs; 3 notabilités agricoles ; 3 représentants des Associations agricoles, etc., ceux-ci nommés par le Ministre des finances.

Association des Ingénieurs de l'École de Liège. — L'Association célèbrera, du 11 au 16 juin 1922, le 75e anniversaire de sa fondation. A cette occasion, elle organise, sous le Haut Patronage du Roi, une Exposition technique et un Congrès scientifique auxquels elle convie les ingénieurs des pays alliés et amis.

Cette manifestation comprendra en outre des conférences, des visites d'usines, des soirées artistiques et des régates.

L'exposition sera installée à Liège dans le Palais des Beaux-Arts. Les demandes d'admission doivent être adressées, avant la fin de mars, au Secrétaire général de l'Association des Ingénieurs, 16, quai des Etats-Unis, Liège.

Création d'un Service géologique en A.O.F. — Les candidats à l'emploi de *géologue* devront être pourvus de la licence ès sciences et posséder l'un des trois certificats de Géologie, de Minéralogie, ou de Géographie physique, et être libérés du service militaire. La situation de début est de 18.000 francs par an aux colonies.

Les candidatures peuvent être présentées à *M. le Gouverneur général de l'Afrique Occidentale à Dakar (Sénégal)*.

Inventaire des périodiques scientifiques. — Cet ouvrage contient la liste des périodiques qui existent dans les bibliothèques d'établissements et de Sociétés scientifiques ; il est publié, sous le patronage de l'Académie des Sciences, par M. Lacroix, secrétaire perpétuel. Nous donnerons dans un prochain numéro un compte-rendu détaillé sur cette utile et intéressante publication. R. L.

Vie Scientifique universitaire

Universités. — *Doctorat ès-sciences.* — Un nouveau décret fixe les conditions d'admission aux épreuves du doctorat d'Etat. Quatre groupes de certificats supérieurs sont adoptés :

1° Calcul différentiel et calcul intégral, Mécanique rationnelle, Physique générale ou tout autre troisième certificat ;

2° Physique générale, Mécanique rationnelle ou appliquée et un troisième certificat ;

3° Physique générale, Chimie générale et un troisième certificat ;

4° Zoologie ou physiologie, Botanique, Géologie ou minéralogie.

Après avis favorable de la Faculté, les licenciés pourvus de trois certificats non groupés comme ci-dessus peuvent être autorisés à subir les épreuves de doctorat.

Le certificat de mathématiques générales n'est pas admis comme troisième certificat.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Lespieau, professeur sans chaire, est nommé professeur dans la chaire « des théories chimiques ». Cette nouvelle chaire a été créée à la suite de la suppression de la chaire de botanique qu'occupait le regretté M. Matruchot.

— MM. Lucien Marchis, professeur d'aéronautique, et Claude Guichard, professeur de géométrie supérieure, sont nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

— M. Georges Bohm, directeur de laboratoire à la Sorbonne, commencera son Cours libre de Biologie et de Psychologie comparée le 19 janvier à 5 heures (tous les jeudis). Il traitera du *Déterminisme des phénomènes de la vie :* conceptions dualistes; équilibres chimiques et biologiques; spécificité chimique des espèces ; chimie du sang, de l'œuf ; déterminisme des caractères sexuels; secrétions internes.

Collège de France. — Le chaire d'histoire naturelle des corps organisés est déclarée vacante (5 janvier). Le délai d'un mois est accordé pour la production des candidatures.

Institut d'hydrologie et de climatologie. — Les Recherches et les Conférences du premier semestre 1922 sont annoncées.

Au Collège de France :

Physique hydrologique. Hygiène hydrologique et climatique : MM. d'Arsonval, Bordas, assistés de MM. Touplain et Pellot (à partir de mars).

Chimie physique : M. Ch Moureu, assisté de M. A. Lepape.

A la Sorbonne :

Chimie analytique hydrologique : M. Urbain, assisté de M. J. Bardet.

A la Faculté de Médecine :

Chimie biologique appliquée. — M. Desgrez, assisté de MM. Bierry, Bournigault et Violle.

Hydrologie générale : M. G. Bardet, assisté de M. Poirot-Delpech.

Les demandes d'admission sont reçues au secrétariat du Collège de France, les mardis, mercredis et vendredis, de 14 à 16 heures.

Museum National d'Histoire naturelle. — Le cours de Physique de M. le Professeur Jean Becquerel ouvrira le 18 janvier. Les leçons publiques auront lieu les vendredis, lundis et mercredis, à 17 heures :

1° Principe de relativité ; théorie de la gravitation (Einstein) ; théorie de l'électricité (Weyl) ; idées modernes sur la structure de l'Univers ;

2° Radioactivité, son rôle dans la nature.

Ecole Nationale des Mines. — Les professeurs titulaires et adjoints, qui sont répartis en huit classes, ont des traitements de 10.000 à 25.000 francs. De plus dix chefs de travaux, de 10.000 à 14.000 francs ; trois chimistes du bureau d'essai (6.000 à 14.000 francs) ; six aides-préparateurs (5.500 à 6.000 francs), forment le personnel des laboratoires.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — Le diplôme d'ingénieur des Arts et Manufactures est, pour la licence, tenu pour équivalent à l'un des certificats suivants : Mécanique physique, Chimie appliquée, Electrotechnique générale. Enfin l'admission à l'Ecole peut être présentée pour la licence ès-sciences, à la place du certificat d'études de mathématiques générales.

— La chaire de cinématique et géométrie descriptive est déclarée vacante (22 décembre). Les candidatures doivent être produites avant le 17 février 1922.

Hôpitaux de Paris. — A la suite du dernier concours, MM. Chabrol, Faroy et Duvoir ont été nommés médecins des hôpitaux.

Université d'Aix-Marseille. — *Institut de Médecine et de Pharmacie coloniales.* — L'enseignement colonial, créé à Marseille en 1899, est donné du 1er janvier au 30 juin. Il comprend :

1° *Un enseignement clinique.* — Professeurs : MM. Boinet, Lebœuf, G. Reynaud.

2° *Un enseignement théorique.* — Professeurs :

M. Perrin : Maladies cutanées.
M. Aubaret : Ophtalmologie.
M. Silhol : Chirurgie des pays chauds.
M. Costa : Bactériologie générale.
M. Rouslacroix : Bactériologie clinique.
M. Jacob de Cordemoy : Parasitologie et Histoire naturelle coloniale.
M. Pringault : Entomologie.
M. Kérandel : Epidémiologie et Géographie coloniale.
M. Raybaud : Pathologie exotique.
M. Huon : Epizooties.
M. Gaujoux : Hygiène coloniale et navale.
M. Peyrot : Assistance médicale indigène.

M. Alezais : Ethnologie. — Démographie.
M. Renault : Ethnologie. — Démographie.
M. Jumelle : Bromatologie.
M. Domergue : Toxicologie.
M. Ribot : Législation sanitaire et opérations sanitaires.

3° *Travaux pratiques.* —
M. Arlo : Bactériologie .
M. Pringault : Parasitologie.
M. Boyer : Hématologie.

4° *Enseignement annexe :* Des cours élémentaires d'Hygiène générale, coloniale et navale, d'Epidémiologie, de Maladies sociales, de Prophylaxie et de Désinfection pratiques seront faits par MM. les Professeurs Costa, Goujoux, Kérandel et Reynaud.

Pour tous les renseignements relatifs aux conditions d'admission, droits à verser, diplômes, etc., s'adresser à M. H. Alezais, directeur de l'Institut de Médecine et de Pharmacie coloniale, à Marseille (B.-du-R.).

Université de Lyon. — Une place d'agrégé d'obstétrique est vacante.

Ecoles d'Agriculture. — M. Ducomet, professeur à l'Ecole de Grignon, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Institut de Médecine coloniale. — L'Institut fondé à Paris, en 1902, par Brouardel et Blanchard, vient de délivrer solennellement ses diplômes, sous la présidence de M. Angoulvant, gouverneur honoraire des colonies. M. le Professeur Roger, doyen de la Faculté a signalé l'extension prise par l'Institut qui a délivré cette année 30 diplômes, dont 22 à des Français.

Ecoles d'enseignement technique. — Par décret du 3 janvier, la reconnaissance par l'Etat est accordée aux Ecoles suivantes : Ecole Bréguet, Ecole Violet (électricité et mécanique) de Paris ; Institut industriel du Nord, de Lille ; Ecole française de tannerie de Lyon ; Ecole d'électricité industrielle de Marseille.

Université de Montréal. — M. Ch. Moureu a reçu solennellement le titre de docteur *honoris causà* ès-sciences. M. Ch. Moureu avait été appelé en Amérique à la conférence de Washington comme expert pour les questions chimiques. R. L.

NÉCROLOGIE

Louis Baudin. — Le constructeur bien connu, Louis Baudin, est mort le 28 novembre dernier, à l'âge de 68 ans. Comme son père, auquel il avait succédé, Louis Baudin ne livrait à sa clientèle que des thermomètres d'une très grande perfection. Il apportait à ce travail un zèle désintéressé, ayant à cœur de justifier la réputation et l'estime qui s'attachaient à son nom. Les savants les plus éminents ont fait appel au concours de son père, puis au sien : Regnault, Henri Sainte-Claire Deville, Berthelot, Louguinine, pour ne citer que ceux qui ne sont plus, et bien d'autres de la France et de l'Etranger. Louis Baudin, dans sa conscience d'artiste amoureux de la perfection, et ne négligeant rien pour en approcher, aimait à dire : « Pour faire mieux, il faudrait être un ange ». M. Ch. Ed. Guillaume, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures, de qui nous tenons cette parole, ajoute : « Baudin avait raison, un homme ne pouvait faire mieux ».

De nombreux professeurs de l'Université, ses amis et ses admirateurs, assitaient à ses obsèques qui ont eu lieu le 2 janvier. M. l'Inspecteur général Lemoine, président de l'Académie des Sciences, était présent ; et ainsi, l'hommage envié du premier corps savant de France était rendu à un modeste et dévoué serviteur de la Science. R. DONGIER.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 19 décembre 1921

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Borel.* **La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le Calcul différentiel absolu.**

— *J. Wolff* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les séries** $\Sigma \frac{A_k}{z - a_k}$.

— *Arnaud Denjoy* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les fonctions quasi-analytiques de variables réelles.**

CINÉMATIQUE. — *Et. Delassus* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur les chaînes articulées fermées.**

ASTRONOMIE. — *J. Ch. Lagrula* (prés. par M. B. Baillaud). **Principe et schéma du « chronographe imprimant à synchronisation symétrique ».**

Cet instrument permet d'atteindre la précision du millième de seconde ; il possède les mêmes avantages que le chronographe imprimant Gautier. Son principe le met à l'abri de toute défaillance de synchronisation.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Guillaume* (prés. par M. B. Baillaud). **Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le troisième trimestre de 1921.**

Il y a eu 90 jours d'observations ; les taches ont été, par rapport au trimestre précédent en décroissant, 32 groupes au lieu de 39. Le Soleil a apparu dépourvu de taches pendant 10 jours au lieu de six. Le nombre des facules a diminué d'environ un tiers.

CHRONOMÉTRIE. — *Henri Abraham* et *René Planiol* (prés. par M. Villard). **Sur un chronographe astronomique de précision.**

En se servant d'un dispositif fondé sur le même principe que le multi-vibrateur à lampes amplificatrices ainsi que du magnéto-oscillographe Abraham-Bloch, les auteurs sont parvenus à inscrire les tops des observations avec une précision du millième de seconde.

ELECTRO-OPTIQUE. — *Siegbahn* (prés. par M. Bouty). **Nouvelles mesures de précision dans le spectre de rayons X.**

Trois modèles de spectrographes, adaptés chacun à une région spectrale particulière de rayons X et utilisés dans leurs recherches par Hjalmar, Stenström, Coster, Leide, Stenson et d'autres, ont été établis par l'auteur. Un nouveau modèle vient d'être construit ; il est plus perfectionné que les précédents et les mesures qu'il a fournies avec des échantillons de calcite et de sel gemme présentent une concordance très satisfaisante.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Loisel* et *R. Castelnau* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur la radioactivité des eaux du Mont Dore.**

On a effectué le dosage de l'émanation du radium dissoute dans les eaux. On a constaté des variations de la radioactivité d'un jour à l'autre, et d'une source à l'autre. Les sources du Mont-Dore sont faiblement radioactives ; mais leur débit étant considérable, il

y a dégagement dans l'atmosphère d'une importante quantité d'émanations, ce qui présente un grand intérêt aux points de vue climatérique et thérapeutique.

ACTINOMÉTRIE. — *A. Boutaric* (prés. par M. J. Violle). **Le rayonnement nocturne au mont Blanc.**

Les observations ont été faites à l'Observatoire Vallot du mont Blanc (4.350 m. d'altitude) avec l'actinomètre à compensation électrique Knut Angström, du 1er août au 6 août 1921. Le rayonnement nocturne prend sa valeur maxima peu après le coucher du Soleil et décroît ensuite légèrement au cours de la nuit ; il n'est pas sensiblement plus intense qu'à de plus basses altitudes (le Pic du Midi et Montpellier). Les nombres obtenus sont voisins de ceux publiés par Angström, résumant ses observations du mont Whitney (alt. 4.420 m.).

RELATIVITÉ. — *Ernest Esclangon.* **Sur la relativité du temps.**

L'auteur imagine un système tournant dont les actions à distance ont un déplacement plus rapide que la vitesse de la lumière. Dans ces conditions la réception des signaux en deux points voisins a lieu dans un ordre chronologique inverse, à condition que le temps local et la relativité einsteinienne du temps correspondent, non pas seulement à une pure hypothèse, mais à une réalité expérimentale applicable à tous les phénomènes de la nature.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *J. Le Roux* (prés. par M. G. Kœnigs). **Interférence et réflexion dans un système mobile.**

Tout se passe, dans le cas d'ondulations engendrées par un foyer mobile dans un milieu isotrope, comme si le système de référence S', lui-même mobile, était au repos, à condition de remplacer la surface de l'onde sphérique par l'ellipsoïde d'interférence, et le temps par le paramètre de rayonnement.

PHYSIQUE. — *G. Gouy.* **Sur la tension superficielle des électrolytes électrisés.**

Une expérience, effectuée récemment par M. Michaud, montre que la tension superficielle d'un électrolyte ne varie pas sensiblement quand on électrolyse sa surface. M. Gouy explique ce résultat, au moyen de la théorie des ions ; il convient pour cela de renoncer à l'idée d'une accumulation des ions à la surface même. Cependant, il pourrait se faire, même si les ions arrivaient à la surface, que leur effet fût inappréciable à cause de sa petitesse.

ELECTRICITÉ. — *James Chappuis* et *Hubert-Desprez* (prés. par M. H. Deslandres). **Electrolyse par les courants vagabonds.**

Il s'agit de rechercher la véritable cause des perforations observées dans une canalisation souterraine : celle-ci doit-elle être attribuée aux courants vagabonds ou à une électrolyse locale due aux impuretés du métal des canalisations. Les expériences d'électrolyse effectuées dans la terre même ont pu être suivies au moyen de photographies aux rayons X ; l'électrolyse réalisée dans le sol se comporte différemment de l'électrolyse dans un liquide.

— *A Sellerio* (prés. par M. E. Bouty). **Analogies et différences entre l'effet galvanomagnétique total et son corrélatif thermomagnétique.**

Il n'existe pas un parallélisme parfait entre les phénomènes galvanomagnétiques et les phénomènes thermomagnétiques. C'est ce que l'expérience met en évidence. Ce résultat constitue un obstacle à l'encontre de toute théorie qui tendrait à unifier les phénomènes thermiques et électriques dans les métaux, en les rapportant à un modèle unique.

OPTIQUE. — *Taffin* (prés. par M. H. Le Chatellier). **Mesure de la double réfraction dans le verre trempé**

Il s'agit d'un dispositif qui permet d'exercer, dans le sens de la surface d'une plaque de verre, une compression donnée. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Duclaux.* **Le mécanisme du rayonnement lumineux continu.**

L'auteur complète par de nouvelles observations son ingénieuse théorie, énoncée en 1914, sur l'émission et l'absorption du spectre continu, qui seraient sous la dépendance de l'établissement ou de la rupture des valences chimiques. Les gaz mono-atomiques n'ont pas de spectre d'absorption.

— *Bogitch* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur les dilatations à de hautes températures de quelques matériaux réfractaires.**

Il s'agit de la silice, de la magnésie, de la chromite, de l'argile et de la bauxite fondues sous forme de briques. Alors que l'allongement de la bauxite n'est que de 0,97 % à 1370°, il est de 2,3 à 1450° pour la magnésie. La brique de silice présente une dilatation irrégulière.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Charriou* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur l'entraînement de la chaux par les précipités d'oxyde ferrique.**

L'entrainement est minimum dans le cas des solutions étendues de calcium, et on emploie une quantité d'ammoniaque aussi petite que possible pour précipiter l'oxyde ferrique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Grandmougin.* **Sur les indigos halogénés.**

Le chlore a une influence moins bathochromique que le brome. On a examiné les spectres d'absorption et mis en évidence le moyen de prévoir les nuances et de connaître leur résistance à la lumière.

— *Senderens* et *J. Aboulenc* (prés. par M. G. Lemoine). **Hydrogénation catalytique des polyphénols par voie humide.**

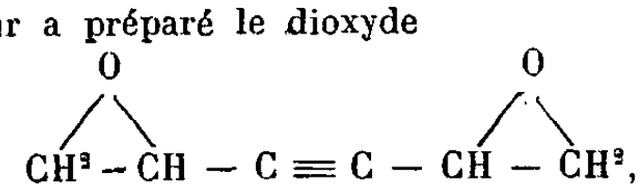
En opérant sous pression et en solution alcoolique avec les diphénols et les triphénols, on arrive aux différents cyclohexanédiols, ou triols.

Avec la résorcine, sous la pression de 50 atmosphères et à 180°, on obtient le cyclohexanediol 1-3 et du cyclohexanol. Les trois cyclohexanediols sont des mélanges de cis et de trans.

— *Lespieau* (prés. par M. Haller). **Dérivés de l'érythrite acétylénique**

$$CH^2OH\,.\,CHOH\,.\,C\equiv C\,.\,CH\,.\,OH\,.\,CH^2OH$$

L'auteur a préparé le dioxyde



mélange de stéréoisomères.

— *R Fosse* (prés. par M. A. Haller). **Synthèse d'un principe azoté des végétaux, l'acide cyanhydrique, par l'oxydation de l'ammoniaque et des hydrates de carbone, de la glycérine ou de l'aldéhyde formique.**

L'auteur montre que CHN est un produit instable, résultant de l'oxydation de l'ammoniaque des composés azotés. Ce composé serait un produit de transition qu'il y aurait lieu de considérer en biologie. Les expériences de l'auteur sont suggestives à cet égard.

CHIMIE AGRICOLE. — *Demolon* (prés. par M. Lindet). **Sur le pouvoir sulfoxydant des sols.**

Ce pouvoir, d'action biologique, permet l'élimination du soufre. On a reconnu comme les plus actifs trois espèces de germes. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Léonce Joleaud.* **Résumé de nos connaissances sur la nappe de Suzette (âge précis, constitution, extension) ; la question de son origine.**

La nappe de Suzette est d'âge aquitanien. Dans cette nappe, il n'y a plus aujourd'hui que du Trias, lequel est presque exclusivement formé de cargneules. Cette nappe a recouvert, d'un manteau quasi-horizontal qui s'est ultérieurement ondulé et plissé, un territoire d'au moins 5.000 km² de superficie, allant (aujourd'hui) des hauteurs entre Durance et Buëch aux environs d'Orange, et du bord nord de la Montagne-de-Lure aux environs de Die. Quant à la question de l'origine de cette nappe, la seule hypothèse recevable est celle de l'origine alpine.

— *Charles Jacob* et *Marc Removille.* **Sur une chute de météorites en Cochinchine.**

Les deux météorites de Soc Trang et de Rach Gia, qui résultent, selon toutes probabilités, de l'explosion d'un même bolide, le 30 juin, au-dessus de la Cochinchine méridionale, sont des *sporadosidères* typiques suivant la terminologie de la classification de Daubrée.

— *Pierre Viennot* (prés. par M. Pierre Termier). **Le bord méridional du Flysch nord-pyrénéen entre la vallée d'Aspe et celle du Saison.**

La présence de nombreuses lames exotiques, le long de la bordure méridionale du Flysch nord-pyrénéen dans le secteur analysé par l'auteur dans cette Note, prouve le caractère anormal de ce contact. C'est la base tectonique d'une nappe, ou tout au moins d'un bourrelet du Flysch, apparemment poussé au Sud sur les terrains d'âge antérieur.

— *Jean Yung* (prés. par M. Emile Haug). **Sur la tectonique hercynienne des Vosges.**

L'étude de détail des granites montre, non seulement que ceux-ci sont pris dans le plissement, mais aussi qu'on peut y retrouver la direction de ces plis. Les divers granites des Vosges ne forment pas des massifs indépendants, placés au hasard. La répartition des différentes variétés met, au contraire, en évidence des directions générales de plissement, qui permettent de réunir, en un même ensemble tectonique, les différents lambeaux de gneiss et de terrains primaires qu'on jugeait jusqu'ici disparates.

Ces plissements ne suffisent pas à expliquer toutes les particularités de la structure des Vosges. De larges ondulations transversales, de direction NW, troublent l'allure de ces plis principaux.

— *Paul Corbin* (prés. par M. Emile Haug). **Observations nouvelles sur la bordure orientale des monts de Lans.**

Cette Note a pour objet l'exposé très sommaire, en suivant la direction NS, de quelques-unes des observations nouvelles qui ont servi de base à l'interprétation que l'auteur a donnée précédemment de la tectonique du bord oriental du massif du Vercors (région de Sassenage, région du Moucherotte, Tour Sans Venin, Comboire, région du Peuil).

— *Mlle J. Pfender* (prés. par M. Emile Haug). **Sur la présence de galets exotiques au port d'Alon (Var).**

La présence de galets exotiques en plusieurs points des côtes de Provence apporte un argument de plus en faveur de l'existence, au large, d'une ancienne terre, dont la disparition sous les eaux daterait, comme le montre aussi la bathymétrie actuelle, d'une époque très récente.

PSYCHOLOGIE. — *Charles Richet.* **L'unité psychologique du temps.**

Le temps est, pour la conscience, une réalité *en soi*, et l'unité élémentaire de ce temps est pour la conscience d'un douzième de seconde environ.

Dans le domaine biologique, pour les organes (qui, évoluant perpétuellement, sont soumis à une succession ininterrompue de phénomènes distincts), le temps est une réalité *en soi*, indépendante de toutes nos mesures arbitraires, celles-ci étant indépendantes de toutes les contingences extérieures.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Emmanuel de Martonne* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur les plates-formes d'érosion des Monts métallifères du Banat.**

On retrouve, dans les Monts métallifères du Banat, les trois plates-formes d'érosion signalées dans les Alpes de Transylvanie et les monts du Bihar : plate-forme du Karas, plate-forme de Cârja, plate-forme du Semenic. La plate-forme de Cârja est miocène. Les graviers de la plate-forme du Karas et son altitude paraissent devoir la faire rapporter à la plate-forme de Govornitza. Quant à la plate-forme du Semenic, elle est, sans doute, un fragment de la plate-forme Boresco.

— *Mlle Yvonne Boisse de Black* (prés. par M. Emile Haug). **Recherches sur les alluvions mindéliennes dans la haute vallée de la Cère et sur le plateau de Lacapelle-Barrez (Cantal).**

L'auteur attribue au Mindélien les alluvions du plateau de Lacapelle-Barrez, parce qu'elles s'intercalent stratigraphiquement entre les alluvions günziennes du plateau de Lacapelle-Barrez, à flore contemporaine de la faune à *Mastodon arvernensis*, sur lesquelles elles reposent, et les alluvions à industrie chelléenne du Bousquet, qu'elles ravinent. On n'y a pas, jusqu'ici, trouvé de fossiles. Mais si on en découvre un jour, tout indique qu'ils appartiendront à l'horizon de *l'Elephas méridionalis.*

MYCOLOGIE. — *G. Arnaud* (prés. par M. L. Mangin). **Sur les affinités des Erysiphées et des Parodiopsidées.**

La *Perisporina truncata*, décrite par l'auteur, est une Parodiopsidée à mycélium interne présentant une réduction considérable. C'est une Parodiellinacée trop évoluée pour être considérée comme une transition entre les Parodiopsidées et les Erysiphées, mais qui montre que ces deux groupes sont assez voisins pour qu'en se développant parallèlement ils aboutissent à des dispositions très analogues.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). **Hérédité des caractères chez les hybrides d'Orges.**

L'uniformité de la première génération des hybrides d'Orges pures a été constatée par tous les génétistes. La dominance des caractères ornementaux des grains et des glumes est absolue. Par contre, les caractères physiologiques sont d'ordinaire intermédiaires. Les exemples cités dans cette note (*Hordeum Zeocriton L.×H. nudum L et H. nudum×H. trifurcatum*) montrent des fluctuations liées incontestablement à la position des bourgeons sur les individus et régies par l'activité et la durée même de la croissance ; les caractères ornementaux sont indépendants, les caractères physologiques sont intimement liés à la structure anatomique des individus et sont plastiques comme elle avec l'âge.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). **Sur l'évolution des grains d'aleurone du Ricin pendant la germination.**

Une grande vacuole à contenu très liquide peut se morceler, prendre une consistance demi-fluide (filaments, réseaux) ou même presque solide (grain d'aleurone), puis de nouveau passer par des états filamen-

teux ou réticulés et revenir à l'état de grande vacuole. Ceci a lieu pour les cellules périphériques ; dans les cellules profondes, la marche de l'évolution est sensiblement identique, mais par suite des plus grandes dimensions de grains d'aleurone, il ne se forme pas de vacuome finement réticulé dans ces cellules.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Marc Bridel* et *Mlle Marie Braecke* (prés. par M. L. Guignard). **Sur la présence de saccharose et d'aucubine dans les graines du *Melampyrum arvense* L.**

Les auteurs ont réussi à extraire, des grains de *Melampyrum arvense* L. à l'état cristallisé, du saccharose et un glucoside offrant toutes les propriétés de l'aucubine.

— *H. Hérissey* (prés. par M. L. Guignard). **Synthèse biochimique du méthyl-d-mannoside α.**

L'extraction du méthyl-d-mannoside α a été réalisée par l'auteur au cours de recherches exposées dans cette Note. Le composé ainsi isolé a pu être identifié avec le méthyl-d-mannoside α obtenu par voie purement chimique.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. Bouvier). **La larve de *Limnophora æstuum* Villen., Diptère marin.**

La larve *L. æstuum* est du type acéphalé, elle est apode et dure au toucher. La cuticule présente, sur le bord antérieur des segments de petites épines qui aident à la reptation. A l'ouverture buccale fait suite un organe très complexe dont la charpente constitue l'armature bucco-pharyngienne.

A toutes les pleines mers, les larves sont recouvertes par plusieurs mètres d'eau. Fréquemment, des larves se trouvent engagées dans des Balanes, ce qui peut laisser supposer que la larve de *L. æstuum* est carnivore et se nourrit de ces Cirrhipèdes.

HISTOLOGIE. — *A. Michel* (prés. par M. Henneguy). **Interprétation de la profonde différenciation histologique des élytres et cirres dorsaux des Annélides Aphroditiens.**

L'élytre et le cirre par leurs tissus (épithélial varié, interne fibrillaire, nerveux) naturellement ectodermique, semblent à l'auteur le rester en un ensemble, encore épidermique, quoique très différencié; le tissu fibrillaire interne ne mériterait le nom de *conjonctif* qu'avec un sens plus étendu que celui de conjonctif proprement dit : c'est la ressemblance intéressante, mais superficielle, de l'analogie, plus que la ressemblance plus profonde de l'homologie.

BIOLOGIE. — *Jean L. Lichtenstein* (prés. par M. P. Marchal). **Le déterminisme de la ponte chez un Chalcidien, *Habrocytus cionicida* J. L. Licht.**

Chez *Habrocytus*, ce n'est pas une sensation olfactive qui déclanche le réflexe du perforage, car le parasite peut percer tout objet qu'il rencontre, ressemblant quelque peu à une coque. Chez les femelles vierges ou venant d'être fécondées, le déterminisme de la perforation dépend des facteurs externes, probablement d'un contact ou d'un équilibre particulier. Chez celles qui ont effectué déjà un certain nombre de pontes, un facteur physiologique domine les autres ; mais il n'est pas assez puissant, en général, pour provoquer l'émission de l'œuf qui est sous la dépendance de la sensation tactile d'un plein spécial.

— *Louis Roule* (prés. par M. L. Joubin). **Sur les changements périodiques d'habitat du Thon commun *(Orcynus thynnus)* et sur leur liaison avec les conditions de milieu.**

L'habitat du thon est d'ordre océanographique plutôt que d'ordre strictement topographique. Le thon commun dans la Méditerranée, et sans doute il en est de même pour le Germon dans l'Océan, se tient dans les eaux à isothermes et isohalines déterminées ; c'est en elles qu'il accomplit ses migrations de rassemblement et de dispersion. Non seulement il s'y déplace selon la conduite de ces migrations, mais il suit également ces eaux dans leurs propres mouvements d'extension ou de retrait selon les saisons ou les courants.

PROTISTOLOGIE. — *L. Léger* et *E. Hesse* (prés. par M. Henneguy). **Microsporidies à spores sphériques.**

Les auteurs donnent le nom de *Cocconema* à des Microsporidies chez lesquelles la spore, toujours extrêmement petite, est parfaitement sphérique. Ils décrivent plusieurs espèces de *Cocconema* parasites des animaux d'eau douce.

Toutes ces spores de *Cocconema* rappellent, à divers égards, les spores des *Chytridiopsis*, et l'on est ainsi amené à se demander s'il n'y aurait pas d'étroits rapports de parenté entre ces deux organismes.

MICROBIOLOGIE. — *L. Ravaz* et *G. Verge* (prés. par M. P. Viala). **Sur la germination des spores du mildiou de la vigne.**

La chaux, en se carbonisant, perd trop vite ses propriétés toxiques pour être pratiquement efficace. La bouillie cupro-calcique résiste longtemps à l'entraînement par les eaux de pluies ou de rosée, et elle cède des doses de cuivre très largement suffisantes pour rendre le milieu impropre au développement des germes du mildiou.

— *René Legroux* et *J. Jimenez* (prés. par M. Félix Mesnil). **Facteur de croissance dans les cultures de *Leishmania Donovani*.**

Dans des macérés de moelle osseuse rouge et de rate, stérilisés par passage à travers bougies Chamberland F, les Leishmanies pullulent, présentant en 4 à 6 jours de nombreuses formes allongées très mobiles.

Le mode d'extraction de la substance leucocytaire utilisée par les Leishmanies pour leur culture *in-vitro*, ainsi que la destruction de cette substance à une température voisine de 100°, la rapprochent des extraits globulaires que les auteurs ont employés pour l'étude du bacille de l'influenza.

MÉDECINE. — *Georges Bourguignon* et *Angel Radovici* (prés. par M. d'Arsonval). **Chronaxies des nerfs sensitifs rachidiens du membre supérieur de l'homme. Egalité régionale des chronaxies sensitives et motrices.**

Il y a, au membre supérieur, quatre chronaxies sensitives comme il y a quatre chronaxies motrices, et les chronaxies sensitives et motrices sont égales entre elles pour une même région. La classification des nerfs sensitifs par la chronaxie est associée à la classification fonctionnelle des muscles et des nerfs moteurs.

Cette association explique, au moins en partie, certains réflexes, comme le réflexe radio-périosté et le réflexe palmo-mentonnier.

Les résultats obtenus par les auteurs viennent à l'appui de la théorie de L. Lapicque sur le fonctionnement nerveux élémentaire.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *E. Nicolas* et *P. Rinjard* (prés. par M. Roux). **La vaccination des bovidés contre la peste bovine.**

La méthode habituellement utilisée comporte un inconvénient grave, celui de provoquer, chez l'animal inoculé, une réaction avec l'apparition d'une peste qui, quoique atténuée, n'en existe pas moins. Les auteurs remédient à cet inconvénient en pratiquant la vaccination par zones ; ils l'atténuent et peut-être même le font-ils disparaître en augmentant la quantité de sérum injectée de façon à réaliser une vaccination silencieuse.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Metric system for engineers, by Ch. B. CLAPHAM. In-8° de 181 pages, Chapmann and Hall, éditeur, London. — Prix : 13 sh.

Ce livre, outre qu'il contient, explicitement développés, de sérieux arguments en faveur de l'adoption définitive et obligatoire du système métrique dans les pays de langue anglaise, prépare efficacement cette adoption. Il porte l'empreinte de l'harmonie et de la clarté qui sont les qualités maîtresses du système métrique lui-même. Des indications très complètes sur la conversion des unités de toute espèce y sont données, appliquées à des exemples, et condensées en tableaux dont on ne saurait trop apprécier l'heureuse disposition. Parallèlement aux définitions et aux transformations d'unités, l'auteur donne la description et fait connaître le mode d'utilisation des appareils de mesure. On ne peut que se réjouir, en France, de l'apparition d'un tel ouvrage. G. BOULIGAND.

L'Humanité préhistorique. — *Esquisse de préhistoire générale,* par Jacques DE MORGAN, ancien directeur général des Antiquités de l'Egypte, ancien délégué en Perse du Ministère de l'Instruction publique. In-8° de 330 pages avec 190 figures et cartes (*Bibliothèque de synthèse historique*). La Renaissance du Livre, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Le nouveau livre que vient de publier M. Jacques de Morgan est avant tout une œuvre de vulgarisation qui intéressera certainement le grand public et, seuls, les préhistoriens y pourront constater quelques lacunes.

En effet, si l'ouvrage mérite d'être loué dans son ensemble, il n'est pas à l'abri de quelques critiques, principalement en ce qui concerne la documentation bibliographique qui est souvent muette sur les découvertes faites depuis une quinzaine d'années.

Un livre comme celui de M. J. de Morgan devrait être surtout un exposé de *l'état actuel* de nos connaissances en préhistoire, exposé basé sur les découvertes les plus récentes.

La première partie est consacrée au Paléolithique qui est un bref résumé de l'étude des industries humaines du pléistocène, étude dont les éléments ont été puisés en grande partie dans *Le Préhistorique,* de Gabriel de Mortillet. Toutefois l'auteur a, fort heureusement, ajouté un paragraphe relatif à l'Aurignacien dont l'existence ne peut plus, dans l'état actuel de nos connaissances, être discutée. On trouvera également des comparaisons intéressantes avec le Paléolithique oriental et aussi des comparaisons ethnographiques, toujours indispensables et trop souvent négligées par les auteurs.

M. J. de Morgan ne fait-il pas un peu hâtivement, de la période campignienne, une période de transition entre le Paléolithique et le Néolithique? Nous savons en effet bien peu de chose sur le campignien.

D'après l'auteur, ce que nous connaissons de cette période se bornerait presqu'exclusivement à la découverte faite par M. Eugène de Morgan, en 1872, du gisement de Campigny au sujet duquel il reste muet sur les fouilles méthodiques exécutées en 1898, dans cette station, par Salmon, d'Ault du Mesnil et le Dr Capitan. Il ne cite pas le travail très documenté que ces savants publièrent à la suite de leurs fouilles, travail le plus important qui existe aujourd'hui sur la question. M. de Morgan passe également sous silence les divers travaux publiés sur les stations campigniennes françaises ou étrangères. Une analyse, même très succincte de ces différents travaux, eut été cependant d'un intérêt primordial.

Il n'eut pas été inutile, également, de consacrer un bref paragraphe au Tardenoisien.

Abordant la question du Néolithique, M. J. de Morgan fait débuter cette époque, suivant l'ancienne méthode, avec le polissage de la pierre alors que cette technique industrielle fut très tardive. Examinant la chronologie néolithique des différents pays de l'Europe, après avoir fait du Campignien une période de transition, il établit en général trois périodes caractérisées par : les haches polies et les pointes des flèches ; les haches-marteaux ; le cuivre. Ces divisions déjà anciennes sont très discutables d'autant plus que des travaux plus récents réduisent considérablement l'importance qu'elles possédaient jadis.

Après un examen rapide des époques du Bronze et du Fer dans lesquelles ne sont pas indiquées les subdivisions, l'auteur donne un aperçu général sur les mœurs, les arts et les religions aux époques préhistoriques.

Dans le cours de son livre, M. J. de Morgan expose brièvement ses. théories générales qu'il a énoncées plus longuement dans différents ouvrages, sur les influences égyptiennes et asiatiques, notamment dans les îles de la Méditerranée.

Aujourd'hui, en présence des faits, la question des influences orientales perd, de plus en plus son importance car il apparait chaque jour plus nettement, que les peuples ont eu leur technique propre, qui s'est, la plupart du temps, développée à côté de la technique étrangère importée, sans qu'il y ait eu influence de l'une sur l'autre.

Il aurait été intéressant que M. J. de Morgan fît connaître en même temps que ses opinions personnelles, lorsqu'il s'agit de questions controversées, celles de ses contradicteurs. La valeur documentaire de son ouvrage en aurait été améliorée.

Le livre de M. de Morgan sera lu avec d'autant plus d'intérêt qu'on se rappellera que l'auteur fut le grand protagoniste d'un âge de la Pierre en Egypte à l'époque où les égyptologues les plus autorisés niaient contre toute évidence, l'existence de cette phase de l'humanité sur le sol égyptien.

L. FRANCHET.

Index generalis. — Annuaire général des Universités, grandes écoles, académies, archives, bibliothèques, Instituts scientifiques, jardins botaniques et zoologiques, musées, observatoires, sociétés savantes, publié sous la direction de R. DE MONTESSUS DE BALLORE, docteur ès-sciences, professeur à l'Université catholique de Lille, professeur libre à la Faculté des Sciences de Paris. In-16 de 1843 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

L'*Index generalis* est un ouvrage de documentation embrassant toutes les nationalités et par conséquent indispensable dans tout milieu scientifique et littéraire.

Cet annuaire, dont la publication représente un effort d'autant plus considérable que la tâche était ingrate, ne peut être que très recommandé à l'attention des travailleurs auxquels il est absolument nécessaire et

qui sauront gré à l'auteur et à l'éditeur de l'avoir publié à un prix modique, eu égard à l'importance de l'ouvrage.

L. Ft.

Le chauffage électrique, par Ch. Boileau, Ingénieur-Conseil. Préface de M. Herriot, député. In-8° de 162 pages avec 88 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

L'auteur a envisagé principalement le côté économique de la question du chauffage électrique au point de vue domestique et industriel. Dans la première partie de son ouvrage, il étudie la production et la transmission de la chaleur électrique.

Dans la deuxième, il montre les résultats auxquels a abouti la technique moderne dans le chauffage des habitations et le chauffage industriel ; il décrit les appareils et établit les principes de leur installation.

Dans la troisième partie, l'auteur prend l'initiative de poser les bases d'une politique du chauffage électrique et démontre que l'élévation des frais d'exploitation ne doit pas être compensée par une élévation des tarifs,, mais par une utilisation plus rationnelle de l'industrie électrique.

Le livre de M. Boileau contient des idées nouvelles qui, appliquées, pourront être très fécondes.

L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Eau de Martonne. — Les régions géographiques de la France. In-16 de 190 pages avec 15 figures. Flammarion, éditeur, Paris. Prix : 4 fr. 50.

Louis Rougier. — La structure des théories déductives. In-16 de 136 pages. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 7 francs.

R. Warcollier. — La télépathie. In-8° de 363 pages avec figures. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 20 fr.

E. L. Trouessart. — La distribution géographique des animaux. In-16 de 328 pages avec figures et 11 cartes. Doin, éditeur, Paris. Prix : 14 fr.

L. Godefroy. — Guide pratique pour réussir la photographie en couleurs. Développement rationnel des plaques autochromes. In-16 de 52 pages. Lamarre, éditeur, Paris. Prix : 3 fr. 75 .

Jean Delphy. — Etude sur l'organisation et le développement des Lombriciens linicoles thalassophiles. In-8° de 138 pages avec 64 figures. Doin, éditeur, Paris.

J. Poirée. — Précis d'arithmétique. In-8° de 64 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 7 fr. 50.

J. Villey. — Physique élémentaire et théories modernes. 1re partie : Molécules et atomes. In-8° de 198 pages avec 23 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 15 fr.

H. Weyl. — Temps, Espace, Matière. Leçons sur la théorie de la relativité générale. Trad. sur la 4e édition allemande, par G. Juvet et R. Leroy. In-8° de 290 pages. Blanchard, éditeur, Paris. Prix : 20 fr.

Em. Miller. — Pour qu'on aime la Géographie. In-16 de 324 pages avec 40 figures. Ducharme, éditeur, Montréal. Prix : 1 sh. 25.

Demoor et Jonckeere. — La science de l'éducation, 2e édition. In-16 de 436 pages. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 17 fr. 50.

Dr Dopter. — Les maladies infectieuses pendant la guerre. In-16 de 305 pages. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 9 fr.

Galippe et Soufflaud. — La vie de la matière. In-8° de 113 pages. Maloine, éditeur, Paris. Prix : 10 fr.

Astier. — Formulaire. In-18 de 1.200 pages. Vigot, éditeur, Paris. Prix : 25 fr.

H. Mallet. — Etude géométrique des transformations birationnelles et des courbes planes. In-8° de 262 pages avec 111 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 32 fr.

H. Ollivier. — Cours de physique générale à l'usage des candidats au certificat de physique générale, au diplôme d'ingénieur électricien et à l'agrégation des sciences physiques. T. I. Unités C. G. S. et M. T. S. Gravitation. Electricité et Magétisme. Ions et électrons. Symétries. In-8° de 750 pages avec 408 figures et 3 planches hors-texte, 2e édition. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 45 fr.

W. Nernst. — Traité de Chimie générale. 1re partie. Propriétés générales des corps. Atomes et molécules. 2e édition française, traduite de la 10e édition allemande, par A. Corvisy. In-8° de 620 pages. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 30 fr.

Aug. Chevalier. — Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre. In-8° de 71 pages. Publié par le Laboratoire d'agronomie coloniale du Muséum de Paris. Prix : 5 fr.

A. Gravis. — Eléments de morphologie végétale. In-8° de 204 pages, 32 planches. Vaillant-Carmaune, éditeur, Liége.

A. Gravis. — Eléments de physiologie végétale. In-8° de 144 pages avec 102 figures. Vaillant-Carmaune, éditeur, Liége.

A. Gravis. — La morphologie végétale. In-8° de 50 pages. Hayez, éditeur, Bruxelles.

Edm. Bauer. — La théorie de Bohr, la constitution de l'atome et la classification des éléments. In-8° de 80 pages. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 4 fr. 50.

P. Humbert. — Introduction à l'étude des fonctions elliptiques, à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences. In-8° de 38 pages. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 3 fr.

V. Neveux. — Stations centrales. Postes de transformations. Lignes de transmission de force. In-16 de 240 pages avec 153 figures. Béranger, éditeur, Paris et Liége. Prix : 16 fr.

Boissonnades. — Le travail dans l'Europe chrétienne au Moyen-Age, ve-xve siècles. In-8° de 430 pages avec 15 gravures. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 18 fr.

Dr Geley. — Revue métapsychique. Bulletin de l'Institut métapsychique international, n° 8 novembre-décembre 1921. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 25 fr. par an.

Ministère des Affaires étrangères du Monténégro. — Le rôle de la France dans l'annexion forcée du Monténégro. Manuce, impr. Rome.

Albert Carnoy. — Les Indo-Européens. Préhistoire des langues, des mœurs et des croyances de l'Europe. In-16 de 256 pages. Vromant, éditeur, Bruxelles et 37, rue de Lille, Paris.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 2 — 60e ANNÉE — 28 JANVIER 1922

LA SCIENCE ET LA VITICULTURE [1]

Monsieur le Président de la République,

Votre visite à cette Ecole, l'Ecole Nationale de la Viticulture, est un hommage que vous avez voulu rendre au grandiose effort réalisé par les viticulteurs français dans les luttes soutenues contre les plus graves fléaux qui aient jamais frappé l'agriculture mondiale. Ces fléaux ont menacé d'anéantissement une des cultures caractéristiques du sol français, une de celles qui ont permis au paysan de France de donner un éclatant témoignage de sa ténacité, de sa foi et de son attachement à la terre, toutes qualités foncières de la race qui ont trouvé leur plus belle expression sur les champs de bataille, et qui ont sauvé le Monde. Cet hommage leur est infiniment précieux, et un ancien élève de cette Ecole est heureux de vous exprimer leurs respectueux sentiments de vive gratitude.

*
* *

C'est ici dans cette même salle que, voilà un demi-siècle, — c'est cette année le cinquantenaire de notre Ecole — les viticulteurs, désemparés et ruinés, venaient, de tous les points du vignoble ravagé, chercher une lueur d'espérance, demander à la Science le remède à leur triste infortune, et apporter à celle-ci tout leur concours dévoué.

C'est la collaboration continue du vigneron, du viticulteur et du savant qui a forgé progressivement l'arme de la Victoire, c'est leur confiance mutuelle qui a animé la recherche et assuré le succès définitif.

Il y a cinquante ans, c'étaient la désespérance, les plus intenses soubresauts des propriétés ruinées passant de mains en mains, les plus grandes fortunes foncières anéanties par la disparition du vignoble, — auquel, à cause de notre climat sec, ne pouvait être substituée aucune autre grande culture, — c'étaient nos ouvriers ne trouvant plus le pain quotidien, nos villages, si prospères, voyant leur population réduite du quart et du tiers, la France perdant, par l'extension du mal, sa plus belle culture et un capital foncier de 20 milliards, qui ne serait pas inférieur, au cours d'aujourd'hui, à 80 milliards.

Nos vignerons ont surmonté vaillamment toutes ces épreuves. Ils peuvent, Monsieur le Président, vous affirmer qu'ils ont eu la victoire par la Science dont ils n'ont jamais douté; cette victoire vous venez la consacrer aujourd'hui en constatant qu'elle a rayonné d'ici sur toute la France et sur la Viticulture de tous les pays. Dans nos plaines et sur nos coteaux, s'épanouissent les pampres dorés et coulent, à nouveau, les vins hygiéniques de l'ouvrier, et aussi nos grands vins, gloire de notre pays dans leur richesse et leur diversité inimitables, et que le monde n'a jamais pu que nous envier.

(1) Discours prononcé par M. Viala, à l'occasion des fêtes universitaires de novembre 1921, à Montpellier, devant M. le Président de la République, dans les locaux de l'Ecole Nationale d'Agriculture.

*
* *

Dès l'origine de la crise phylloxérique, de grands chimistes, — vos confrères de l'Institut, — J.-B. Dumas, baron Thénard, Balbiani, Müntz..., avaient vainement consacré leur science à enrayer le fléau foudroyant. La lutte directe et curative fut impuissante à vaincre. Mais, dans les foyers d'invasion, des viticulteurs notaient un fait biologique nouveau : la résistance des vignes américaines, qui avaient importé le parasite avec elles. Des savants, les Planchon, Millardet, Foëx..., confirmaient et précisaient les modalités si particulières de cette résistance. La vigne était sauvée; c'était la résurrection et la marche rapide vers la reconstitution du vignoble.

Mais, que de difficultés à vaincre avec ces nouvelles vignes, si disparates et si différentes de notre vieille vigne indigène! C'était le difficile problème de l'adaptation au sol et au climat à résoudre, la chlorose à juguler, des vignobles à refaire deux ou trois fois, et des ruines nouvelles accumulées. L'on fouillait toutes les forêts vierges de l'Amérique; des quantités d'espèces et de variétés étaient introduites, qu'il fallait longuement étudier et sélectionner.

Complication encore : une nouvelle opération culturale s'imposait, celle du greffage de nos vieux cépages sur des vignes qui, par leur infertilité ou la mauvaise qualité de leurs fruits, ne pouvaient servir que comme porte-greffes résistants par leurs racines.

Et ceux-ci étaient-ils encore imparfaits pour les divers terrains. Nouvel effort de la viticulture scientifique, amélioration des diverses formes par le croisement et la sélection dans les combinaisons les plus variées et les plus complexes. La Génétique, — encore aujourd'hui dans les limbes pour les plantes agricoles de grande culture, pour le blé, pour toutes les céréales, pour la betterave... — passait, au contraire, pour la vigne, du laboratoire dans les mains de nos pépiniéristes. Des milliers de cépages étaient créés et étudiés, et, pour chaque besoin nouveau de l'adaptation ou de l'affinité, nos hybrideurs trouvaient la forme adéquate.

*
* *

Après la victoire phylloxérique, les viticulteurs n'étaient pas encore au bout de leurs peines et de leurs angoisses. Les vignes résistantes, base de la nouvelle viticulture, avaient apporté avec elles, d'Amérique, un cortège de maladies aussi graves pour le vignoble et son avenir que l'insecte dévastateur : Mildiou, Black Rot, et bien d'autres parasites végétaux, venaient compromettre les récoltes et menacer la vie même de la plante. Nouvelles études, peut-être plus délicates encore, pour lesquelles la Science apportait aux viticulteurs son précieux et efficace concours. Nouvelles victoires!

C'est surtout ici, dans cette Ecole, devenue la Faculté de Médecine viticole de la France, que la plupart des délicats et difficiles problèmes biologiques et techniques, relatifs à ces nouveaux fléaux, étaient mis scientifiquement et pratiquement au point; et que les travaux combinés de savants comme Millardet et Gayon, Planchon, Foëx, CazeauxCazalet et Capus, Prunet, et ceux de l'éminent Directeur actuel de cette Ecole, contribuaient au succès de la défense assurée. Nos hybrideurs entreprenaient une nouvelle croisade pour combiner résistance à l'insecte et résistance aux Champignons parasites.

Nos constructeurs français ajoutaient leur collaboration à l'effort commun; leur ingéniosité créait des appareils et des instruments qui facilitaient la lutte. D'ailleurs, si nos agriculteurs ont dû, pour la plupart de leurs instruments de culture moderne, se soumettre au génie d'invention des constructeurs étrangers, par contre, toutes les inventions mécaniques, — source d'une importante exportation, — nécessitées aussi bien par la culture de la vigne que par l'industrie vinicole, sont de création exclusivement française.

*
* *

Pour cette industrie vinicole, sous l'égide des immortels travaux de Pasteur, la Science encore a transformé la vinification, fixé ses règles et l'a dirigée dans la voie du progrès continu, ouverte jadis par Chaptal, savant dont s'honorent notre Faculté de Médecine, le Parlement et l'Institut. Nos viticulteurs ont suivi les enseignements de nos œnologues modernes. Ils ont donné, pour cette industrie complémentaire de la culture, un bel exemple de solidarité dans l'association.

*
* *

Si vous aviez pu, Monsieur le Président, distraire encore quelques heures de vos moments précieux, nos viticulteurs vous auraient montré, avec une fierté légitime, les belles et nombreuses caves coopératives scientifiquement dirigées dans tout notre Midi vinicole. Cette visite aurait certainement intéressé l'un des promoteurs et l'un

des plus autorisés défenseurs de l'idée coopérative et de toutes les lois de mutualité et de crédit agricole qui ont trouvé, auprès de nos populations méridionales, un des terrains les plus favorables à leur éclosion et à leur application.

Dans cette série d'efforts de toute la Viticulture française, je ne saurais passer sous silence ceux poursuivis contre les fléaux de la fraude et de la mévente par l'action énergique et continue des Confédérations générales des Vignerons, dont on vous dira la belle œuvre accomplie.

*
* *

Le caractère scientifique de la Viticulture, la confiance qu'ont en la Science les Viticulteurs, — dont il faut parfois, et c'est à leur louange, modérer la foi trop ardente, — ont leur origine dans la collaboration de nos Universités. C'est parce que cette Ecole s'est imprégnée de l'esprit et de la méthode de nos Facultés qu'elle a pu contribuer au salut du vignoble. La condition essentielle de tout progrès agricole réside, et résidera de plus en plus, dans la Science; et cette condition sera pleinement réalisée lorsque tous nos établissements d'Enseignement supérieur agricole feront partie intégrante de nos Universités, dans le Ministère de l'Education Nationale; ils en sont dignes! Il en est ainsi à Montpellier, sinon législativement, du moins par l'effet d'une collaboration ancienne, confiante et continue.

*
* *

Permettez-moi, Monsieur le Président, — en m'excusant de l'hommage peut-être trop enthousiaste, rendu, en votre présence, par un ancien élève à son Ecole et par un viticulteur à ses collègues, — de vous dire, en terminant, combien vains seraient tous ces travaux et tous ces efforts, si l'avilissement possible du cours des vins devait mettre en perte leur viticulture, si dispendieuse aujourd'hui; combien grave deviendrait à nouveau la situation matérielle et sociale de nos vignerons, que nous voulons voir rester à la Terre!

Notre viticulture, avec ses aléas constants, est moins prospère qu'on le proclame. Je n'en veux pour preuve que la diminution de la surface en vignes, passée de 2.500.000 hectares, en 1875, à 1.500.000 hectares en 1920, soit 1 million d'hectares en moins. La mévente a effleuré, hier encore, le vignoble méridional; elle est toujours menaçante! Elle frappe durement tous nos vignobles à grands vins! La Champagne, par exemple, un des plus beaux fleurons de notre couronne viticole, se meurt! La moitié de son vignoble, 6.000 hectares sur 12.000, est en friches; le vigneron dépense 10.000 francs par hectare et ne récolte plus que 2.000 francs; son commerce est désorienté et n'exporte presque plus!

Nous avons confiance, Monsieur le Président, en votre puissant appui auprès de notre Gouvernement, auprès des Nations étrangères, pour que les intérêts économiques de la Viticulture, inséparables de la prospérité du Pays, soient légitimement défendus, pour que le « pinard » de nos « poilus », que le vin « *œuvre admirable de ce fameux poète appelé le Soleil* », — chanté ainsi par Victor Hugo et qu'a magnifié notre grand Rabelais, dans *Gargantua* et *Pantagruel* — que ce vin, vivifiant et généreux, antidote de l'alcoolisme et sauvegarde de la race, conserve sur le marché intérieur, et retrouve, sur le marché mondial, la place due au seul produit inimitable de la Terre de France.

Pierre VIALA,
Membre de l'Institut,
Député de l'Hérault.

LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE [1]

J'ai aujourd'hui la tâche très honorable, mais un peu délicate, d'inaugurer à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris un enseignement magistral nouveau, ou plutôt deux enseignements, puisque cette chaire porte le double titre de *Géologie appliquée et Géologie régionale.*

L'utilité du premier n'a plus, je pense, besoin d'être démontrée. La Géologie est le fondement de multiples questions d'ordre pratique, et c'est en restreindre beaucoup la portée que de désigner par le terme de *Géologie appliquée,* ainsi qu'on le fait généralement, la seule application à la recherche et à l'extraction des minerais, des combustibles solides ou liquides, charbons et pétroles, et des autres matières utiles très variées que contient notre sous-sol. Il est bien certain que,

(1) Leçon d'ouverture du cours de Géologie appliquée, professé par M. Léon BERTRAND, à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

dans les conditions économiques actuelles, une application de première importance et de grande urgence doit être la recherche du pétrole sur notre territoire. Mais la Géologie doit aussi jouer un rôle primordial dans les nombreuses questions de Travaux publics et d'Hygiène, par exemple, dans lesquelles intervient la circulation des *eaux souterraines ;* en Agriculture, par la répercussion évidente de la nature du sous-sol sur celle du sol; en d'autres questions encore, que nous envisagerons au cours de cet enseignement. Ce sera le cas, par exemple, de la constitution des *retenues d'eau* en vue de la production de la force hydraulique, question aujourd'hui devenue de première importance, puisqu'elle nous permet de ménager nos provisions des combustibles naturels du sous-sol, nos charbons et même nos pétroles, lorsque ceux-ci auront été reconnus.

Quant à la *Géologie régionale,* ce terme un peu elliptique désigne, dans mon esprit, l'étude de la formation progressive, au cours des époques géologiques, des différentes régions de notre globe, expliquant ainsi leur constitution et leur structure actuelles. Au premier abord, cette branche, essentiellement synthétique, de la science géologique semble être exclusivement du ressort de la Géologie pure, et son association avec la Géologie appliquée peut paraître quelque peu disparate. Pourtant, si leur lien peut ne pas être évident, il suffit d'un instant de réflexion pour comprendre qu'en réalité il est très étroit.

On ne saurait, en effet, envisager avec des chances sérieuses de succès la recherche de matières utiles dans une région sans en bien connaître la constitution et la structure géologiques et sans savoir si celles-ci comportent ou non la possibilité de leur existence. De même, cette connaissance sera tout à fait fondamentale dans la plupart des applications de la Géologie à l'Hydrologie et aux questions de travaux publics. C'est évidemment le cas s'il s'agit de prévoir quels seront les terrains rencontrés au cours du percement d'un grand tunnel ou dans le forage d'un puits de recherche. Si, à la rigueur, on peut dire que cette prévision est aussi bien du domaine de la Géologie pure, il est certain que l'appréciation de toutes les conséquences qui en doivent résulter, en particulier des rencontres probables de venues d'eaux souterraines ou de toutes circonstances de nature à gêner les travaux, est essentiellement du ressort de la Géologie appliquée.

Je ne veux pas développer ici ces considérations, qui sautent certainement aux yeux de tous mes auditeurs, et je veux simplement exposer l'orientation et les grandes lignes de l'enseignement de la Géologie appliquée, tel que je le comprends. En particulier, je désire montrer qu'il est à sa place à la Faculté des Sciences et comment il y peut coexister avec le cours fondamental de la Géologie classique, professé par mon éminent collègue M. Haug, sans empiéter sur le domaine de ce cours bien qu'ayant nécessairement avec lui de multiples points de contact. S'il me sera parfois nécessaire de parler des mêmes sujets, les chevauchements qui en résulteront ne seront qu'apparents, en raison des points de vue différents desquels seront envisagées les questions traitées.

I. — *La Géologie appliquée doit être essentiellement scientifique par ses méthodes de documentation et de raisonnement*

Tout d'abord, je tiens à bien préciser que, dans mon esprit, *l'enseignement de la Géologie appliquée ne saurait aucunement être un cours de simple technologie,* qui aboutirait à l'établissement d'un certain nombre d'indications et de règles pratiques par la généralisation des résultats d'une étude, même approfondie, de cas particuliers. Par la force même des choses, de telles indications, transportées aux cas similaires qui se présenteraient dans le domaine des applications de la Géologie, deviendraient presque fatalement *des solutions toutes faites, de véritables formules ou règles empiriques,* dans l'esprit de ceux qui auraient à les utiliser, même si ceux-ci étaient très consciencieux, mais sans une véritable culture scientifique.

J'estime que non seulement *un enseignement ainsi orienté ne serait pas scientifique* et n'aurait donc pas sa place ici, mais qu'au point de vue même de la pratique, il pourrait, dans bien des cas, *devenir plus dangereux qu'utile.* Les phénomènes qui constituent les bases de la Géologie, bien que régis par des règles générales, dépendent de tant de facteurs qu'ils ne sauraient être mis en formules simples et que la variété des cas particuliers susceptibles de se rencontrer dans les applications est, pour ainsi dire, illimitée. *Leur solution doit être discutée et raisonnée pour chacun d'eux en particulier.*

La pratique de la Géologie appliquée doit être — j'en ai la conviction profonde, d'ailleurs fondée sur beaucoup *d'études pratiques* de son ressort — *une série d'opérations essentiellement scientifiques, quant à leurs méthodes et à leurs modes de raisonnement.* Elles ne peuvent devenir pour ainsi dire *automatiques* et résulter de l'application de certaines règles toujours les mêmes,

comme cela peut se produire dans certaines autres sciences appliquées. On peut imaginer que cela puisse être le cas, par exemple, pour les séries d'analyses ou plutôt d'essais chimiques qui se répètent journellement dans les laboratoires de contrôle de certaines industries; des praticiens simplement soigneux et très exercés peuvent, sans une grande instruction générale, parfois même sans une connaissance sérieuse des lois de la chimie, réussir parfaitement une opération qu'ils répètent quotidiennement, souvent même un grand nombre de fois par jour.

Il est évident que, pour certaines des industries extractives qui ressortent du domaine de la Géologie appliquée — je dirais plutôt de la Minéralogie appliquée — lorsqu'il s'agira, par exemple, de contrôler fréquemment la constance de composition d'un minerai ou de toute autre substance naturelle extraite du sous-sol, il sera très utile, voire même indispensable, de disposer de tels chimistes praticiens. Mais ceux-ci ne seront pas les *Ingénieurs géologues,* ou *Géologues praticiens,* que nous devons tendre à former.

Cela ne veut d'ailleurs pas dire que ces derniers ne doivent pas être capables de faire avec précision, à l'occasion, de telles analyses chimiques; loin de là, on peut même dire que leur instruction professionnelle ne sera pas complète s'il n'en est pas ainsi. Mais cela ne devra pas être leur véritable rôle, qui devra fondamentalement consister à *faire, sur le terrain, les observations géologiques précises et souvent délicates* qui doivent se trouver à la base de toutes les applications de la Géologie. Or *ces observations ne nécessitent pas seulement certaines aptitudes personnelles indispensables, mais elles exigent aussi une solide connaissance des lois et des problèmes géologiques.* Seule cette connaissance permettra au Géologue praticien digne de ce nom de ne pas laisser échapper un détail qui pourra sembler insignifiant au premier abord — et qui le restera pour celui qui n'aura pas cette formation géologique — alors qu'en réalité il sera d'une importance capitale.

Un des maîtres les plus éminents de cette maison a d'ailleurs dit, avec juste raison, qu'en réalité, *il n'y a pas de science appliquée, mais seulement des applications de la Science.* Or, il est aujourd'hui bien démontré, par l'exemple de toutes les grandes découvertes récentes, qui toutes ont été l'aboutissement d'études très spéculatives en apparence, qu'on ne peut aborder avec plein succès les applications d'une science que si l'on en domine le sujet. Pour n'en prendre qu'un exemple, tiré de la Géologie, je vous rappellerai que la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle, à une assez grande profondeur il est vrai, avait été faite avant la guerre sur les indications de notre regretté collègue René Nicklès, alors que les Allemands, en 1871, avaient cru nous priver de toute prolongation du bassin houiller de la Sarre. Or, cette découverte avait été la conséquence de considérations purement scientifiques sur la continuité qu'ont souvent présentée les plissements, dans le temps et dans l'espace.

Par conséquent, je ne crois pas douteux que *la Géologie appliquée doive être essentiellement scientifique quant à ses fondements et à ses méthodes d'observation et aussi de raisonnement.* Elle ne devra pas craindre, non plus, d'emprunter à la science pure, s'il est nécessaire, *certaines de ses techniques les plus délicates.* L'exemple des progrès considérables qu'a fait faire l'emploi du microscope à la connaissance des métaux et de leurs alliages est là pour le prouver. Pour en citer un autre exemple, pris cette fois dans le domaine qui nous intéresse, l'introduction, encore toute récente et pas assez répandue, des méthodes de la Pétrographie microscopique dans l'étude des matières premières de la Céramique, et aussi des produits de cette industrie, projette une lumière toute nouvelle sur des questions où l'empirisme avait jusque là régné en maître à peu près absolu.

Entre la Géologie appliquée et sa sœur aînée la Géologie pure, ou théorique, *doivent seuls différer, en réalité, le point de vue et l'orientation des recherches, en vue d'une destination différente; mais le niveau de ces recherches doit être le même.*

Un peu aussi *doit différer le langage,* qu'il est nécessaire de mettre, dans toute la mesure du possible, à la portée de ceux qui auront à utiliser les données de la Géologie appliquée, en le débarrassant d'un excès de termes techniques, évidemment commodes pour les spécialistes lorsqu'ils parlent entre eux, mais qui ne sont peut-être pas toujours absolument indispensables pour exprimer ce dont il s'agit d'une façon précise. Cette abondance, on peut même dire *cet abus de termes techniques,* dans lequel sont tombés les spécialistes de la Géologie (d'ailleurs imités en cela par ceux d'autres sciences), a pu éloigner de notre belle science beaucoup d'esprits cultivés, bien plus que la nature même des sujets qu'elle étudie, qui sont au contraire parmi les plus captivants pour tous les esprits curieux, sans même faire entrer en ligne de compte leur utilité pratique.

Nous ne sommes évidemment plus à l'époque où les études scientifiques étaient l'apanage d'un petit nombre d'initiés, qui se protégeaient

jalousement contre les intrus par un langage spécial. En vue de la diffusion de la Géologie et de ses applications, il importe de réagir et de donner au plus grand nombre possible *le moyen de savoir ce que nous faisons, quels en sont les résultats et la portée, tout en conservant, bien entendu, à nos travaux leur rigueur scientifique.* S'il ne peut évidemment être question de proscrire tous les termes techniques lorsque nous nous adressons à d'autres que les spécialistes, il serait désirable tout au moins de ne garder que les termes indispensables, en traduisant en langage courant tous ceux pour lesquels la chose est possible.

Par exemple, pour exprimer qu'une roche est coupée de fentes ou de cassures, fissurée, craquelée, fendillée, est-il bien nécessaire d'employer les expressions de « *lithoclases* » ou de « *diaclases* », à moins que ce soient des « *paraclases* », alors que nous avons à notre disposition tant de mots que tout le monde comprendra? Dans le cas d'une roche qui se divise facilement en feuillets, si nous ne pouvons remplacer le nom de *schiste,* il me semble, tout au moins, que nous pourrions souvent utiliser les mots « *feuilleté* » pour définir son état physique et « *feuilletage* » pour exprimer l'action qui l'a amenée à cet état, au lieu d'employer en toutes circonstances le terme de *schistosité,* d'allure plus savante, mais qui, en fait, n'ajoute aucune précision. Je ne verrais d'ailleurs guère d'inconvénient à ce que, même entre eux, les spécialistes parlassent ainsi de temps à autre.

En tout cas, cette question de langage étant mise à part, il me parait évident que *le niveau de l'enseignement de la Géologie appliquée doit être le même que celui des autres enseignements purement scientifiques de la Faculté des Sciences,* malgré son but différent.

II. — *La Géologie appliquée doit avoir ses méthodes propres de documentation*

Mais si les fondements et les méthodes de la Géologie appliquée doivent être essentiellement scientifiques et si elle doit même utiliser certaines des techniques les plus délicates de la science pure, cela n'empêche qu'en raison de sa destination propre, *ces méthodes doivent subir une adaptation particulière,* aussi bien pour l'observation des faits et les recherches sur le terrain que pour toute la documentation en vue des applications, qui devra être différente de celle de la Géologie pure.

C'est ainsi que, *dans certains cas, les observations du Géologue praticien devront être plus minutieuses et plus précises que celles du Géologue ordinaire; pour divers ordres de faits.* Par exemple, pour les applications, il sera souvent indispensable d'avoir des données extrêmement précises sur la direction et l'angle de plongement des couches géologiques, sur leur épaisseur, l'importance et la direction exacte des cassures ou bien d'un feuilleté qu'elles peuvent présenter, voire même sur la distance et la différence d'altitude de deux points (ce qui le conduira souvent à ne pouvoir utiliser que des plans extrêmement détaillés et à exiger des nivellements précis), alors qu'une connaissance beaucoup plus approximative de ces données serait suffisante pour les besoins du Géologue ordinaire étudiant la même localité ou que même certaines de ces données ne l'intéressent pas du tout.

Il est évident aussi qu'en vue des diverses industries extractives, il sera indispensable, dans bien des cas, de connaître avec une précision beaucoup plus grande que pour les études de Géologie ordinaire soit les caractères physiques, soit la composition chimique, soit encore certaines particularités de structure, visibles à l'œil nu ou bien seulement microscopiques, des matériaux ou substances diverses que nous recherchons dans notre sous-sol.

Par contre, *le Géologue praticien pourra n'attacher qu'une importance secondaire à d'autres faits ou d'autres caractères dont le rôle est primordial en Géologie pure.*

C'est le cas, par exemple, de la connaissance aussi complète que possible des anciens êtres rencontrés à l'état fossile. La Géologie appliquée ne s'en désintéressera cependant pas, mais leur connaissance n'y sera généralement utile,sauf dans quelques cas très spéciaux, que dans la mesure où elle permettra de ne pas commettre de confusion sur l'*âge des couches* qui les renferment. Ces confusions pourraient entraîner des erreurs parfois fondamentales dans l'appréciation de la possibilité de trouver certaines matières utiles dans une localité déterminée, ou bien encore dans l'interprétation de la structure d'une région.

De même, en Géologie appliquée, la connaissance *minutieuse* du détail de toutes les subdivisions qui ont été établies par les Géologues stratigraphes, pour les besoins indéniables de la science géologique, sera souvent sans grand intérêt, à moins pourtant que, dans certains cas particuliers, la reconnaissance extrêmement précise de certains niveaux géologiques soit au contraire très utile. C'est ainsi que, dans certains bassins houillers très disloqués, les études d'extrême détail nécessaires pour repérer très exactement les niveaux de charbon peuvent dépasser en minutie celles des géologues ordinaires. C'est souvent aussi le cas, pour une certaine catégorie de terrains, dans les recherches de pétrole.

Quant aux discussions qui passionnent les Stratigraphes et les Paléontologistes relativement aux limites précises et à la valeur relative qu'il convient d'attribuer aux diverses divisions des temps géologiques, elles n'intéresseront guère le Géologue praticien, à qui il suffira, dans tous les cas, *de savoir exactement où il se trouve,* sans qu'il ait à prendre part à ces discussions théoriques, quel que puisse en être l'intérêt au point de vue scientifique pur.

Somme toute, *la différence des points de vue crée à la Géologie appliquée des besoins particuliers,* qui se traduiront nécessairement par des *méthodes de documentation un peu différentes de celles de la Géologie pure,* conduisant tantôt à plus de précision, tantôt au contraire à moins de minutie.

III. — *La Géologie appliquée doit s'appuyer sur les études de la Géologie théorique et, inversement, elle peut concourir aux progrès de celle-ci.*

J'ai dit, précédemment, que nous devrions, en Géologie appliquée, nous défier soigneusement des *solutions toutes faites,* provenant d'une interprétation trop généralisée de certains cas particuliers. Pourtant cela ne signifie pas que nous ne devions pas chercher *des lois générales,* bien loin de là; mais celles-ci devront avoir *un fondement scientifique* et c'est de leur application que devra découler la solution des problèmes particuliers, en tenant compte de tous les facteurs locaux.

1°) A cet égard, doit se placer en première ligne une connaissance aussi complète que possible des *phénomènes géologiques,* tant de ceux qui se passent actuellement sous nos yeux que des phénomènes dont nous ne retrouvons les traces que dans le passé, soit parce qu'ils se produisent trop lentement et que notre échelle des temps est trop disproportionnée avec leur durée, soit encore parce qu'il s'agit de phénomènes se produisant dans la profondeur de la croûte terrestre. En ce qui concerne ces derniers, nous n'en pouvons naturellement analyser les effets qu'à la suite d'une érosion ultérieure qui aura fait disparaître localement la partie superficielle de cette croûte.

Seule cette étude, qui est du domaine de la *Géologie générale,* peut permettre de comprendre comment et dans quelles conditions se sont produites, par exemple, les différentes roches et, en général, toutes les matières utiles de notre sous-sol. On sait que les unes se sont formées par dépôt dans les eaux existant à la surface du globe ; que d'autres proviennent d'une cristallisation plus ou moins parfaite de masses fondues analogues aux laves de nos volcans actuels ; que d'autres encore résultent de cristallisations par voie principalement hydrothermale dans les parties profondes de notre sous-sol. De ces *conditions de formation très différentes,* dont je n'esquisse ici que les très grandes lignes, il est résulté nécessairement des *conditions de gisement propres à chacune de ces roches ou autres matières utiles.* Or, ces conditions de gisement seront évidemment indispensables à connaître par le géologue praticien, car ce seront elles qui devront le guider dans ses recherches de celles des matières en question qu'il essaiera de trouver en vue de leur utilisation pratique.

D'une manière générale, il est d'ailleurs permis de dire que *la connaissance de l'origine et du mode de production d'un fait géologique quelconque est d'une importance capitale pour la compréhension des divers aspects sous lesquels on peut le rencontrer.*

2°) Le Géologue praticien devra aussi tenir le plus grand compte des *déformations et dislocations* subies par les couches géologiques, qui font l'objet de la branche particulière de la Géologie qu'on nomme la *Tectonique.* Celle-ci ne sera pas importante seulement dans la recherche des matières utiles du sous-sol, mais dans presque toutes les applications de la Géologie : soit à l'*Hydrologie,* car la disposition actuelle des couches perméables et imperméables est le principal facteur de la circulation des eaux souterraines; soit aux *Travaux publics,* lorsqu'il s'agira, par exemple, de prévoir les terrains qui seront traversés par un tunnel en montagne.

Nous reviendrons nécessairement sur ces questions. Je voulais seulement montrer sommairement que *les études qui sont du domaine de la Géologie générale seront indispensables au Géologue praticien,* à qui elles fourniront une base solide pour la discussion des faits qu'il rencontrera au cours de ses études de Géologie appliquée, quelles qu'elles soient. Cette discussion seule lui permettra de trouver, pour les diverses questions, parfois très variées, qui se présenteront à lui, *des solutions véritablement raisonnées et non plus empiriques, adaptées à chaque cas particulier et tenant compte, à la fois, de tous les faits observés et des lois générales de la Géologie.*

Mais, d'autre part, si la Géologie appliquée doit nécessairement s'appuyer sur les données fournies par sa sœur aînée, la Géologie que, par opposition, on peut appeler théorique, *elle pour-*

ra apporter à celle-ci, à l'occasion, un utile concours en lui fournissant des documents précis ou en lui posant des questions que des recherches spéciales, faites en vue de certaines applications, peuvent mettre en évidence. J'en donnerai seulement un exemple, extrêmement simple, tiré des recherches que je poursuis actuellement sur les argiles, en partie avec la collaboration de M. Lanquine. Cet exemple, qui s'applique à une question géologique sur laquelle il pourrait sembler que tout eût été dit, me servira aussi à illustrer d'une façon concrète les différences des points de vue de la Géologie appliquée et de la Géologie stratigraphique.

4°) *Exemple de l'argile plastique*

Parmi les formations géologiques qui fournissent à nos diverses industries céramiques cette matière première indispensable qu'est l'argile, vient en première ligne, pour la région parisienne, la formation tertiaire dite de *l'argile plastique* (1). C'est un ensemble assez complexe, qui ne comprend pas seulement l'argile, en réalité plus ou moins plastique, qui lui a donné son nom et qui, avec des caractères et des propriétés industrielles très variables, est exploitée en de multiples localités : aux portes de Paris même (Vaugirard, Issy, Arcueil), aux environs d'Angervilliers, du Breuillet et de Saint-Chéron, dans les régions de Provins, de Sézanne, d'Epernay et de Montereau, et encore bien au sud de cette dernière localité, jusqu'aux confins du Morvan.

Cette formation renferme aussi de nombreuses intercalations, plus ou moins irrégulières, de sables bien connus des géologues parisiens sous le nom de « *sables de l'argile plastique* », et aussi des bancs ligniteux, qui existent un peu partout, mais qui sont dénommés par les géologues « *lignites du Soissonnais* », parce qu'ils ont été autrefois exploités dans cette région pour une utilisation spéciale. *Tout cet ensemble de couches argileuses, sableuses et ligniteuses présente d'ailleurs, dans sa composition, de grandes variations locales.*

Vues du point de vue géologique pur, ces variations n'intéressent guère le Stratigraphe, tout au moins dans leurs détails, et je crois pouvoir dire qu'en dehors de ceux des géologues qui ont dû délimiter cette formation pour l'établissement de la carte géologique, il en est assez peu qui connaissent sur elle autre chose que sa composition en deux ou trois localités classiques. La Géologie stratigraphique a établi qu'il s'agit d'une série de dépôts formés dans des eaux douces ou à peine salées, en dehors du domaine marin proprement dit. Elle a reconnu aussi qu'au nord de Paris, cette formation s'intercale entre deux séries de sables marins : les uns inférieurs, dits *sables de Bracheux* (*étage Thanétien*), les autres supérieurs, dits *sables de Cuise* (*étage Cuisien* ou *Yprésien*). Elle discute — et c'est là son rôle — s'il convient de considérer cette formation comme un étage géologique indépendant, auquel on a donné le nom de Sparnacien, ou de la grouper avec les sables supérieurs en un même étage. Il est d'ailleurs un fait dont il ne me semble pas qu'on ait tenu un compte suffisant dans cette appréciation ; c'est la différence considérable d'extension de la formation dite sparnacienne, qui s'étend très loin au sud de Paris, alors que les couches marines qui l'encadrent au nord ne dépassent pas Paris.

Le *Géologue praticien* n'attachera pas autant d'importance aux questions de nomenclature et d'âge géologique précis. Mais il devra chercher à expliquer, par les conditions de dépôt de cette formation, établies par la géologie, les constatations qu'il fera dans les exploitations existantes et aussi à prévoir, par les mêmes conditions, ce qu'il aura des chances de trouver dans les parties non encore explorées.

D'après les conditions géologiques du Bassin de Paris d'alors, il ne semble pas douteux que la formation de l'argile plastique ait été produite, dans la lagune ou le lac encore plus ou moins salé qu'était alors ce bassin, ou tout au moins dans des lagunes existant à sa périphérie, par l'accumulation des apports amenés de toute la région terrestre environnante par les multiples cours d'eau qui en descendaient et qui venaient se jeter dans cette ou ces lagunes. En ce qui concerne la région au sud et à l'est de Paris, où nous avons vu que se développe principalement la formation de l'argile plastique, le massif le plus important pouvant alimenter ces cours d'eau devait être la partie septentrionale de notre massif ancien du centre de la France, c'est-à-dire le Morvan et ses abords. Il est donc naturel de prévoir que *ce sont surtout les roches cristallines anciennes très développées dans le Morvan* (*granites et roches voisines*) *qui ont dû fournir les matériaux de notre formation de l'argile plastique*. La nature même de cette dernière est d'ailleurs en accord avec cette notion, puisque ces roches cristallines se composent principalement de quartz, qui est l'élément fondamental des sables si aboudants dans la forma-

(1) J'emploie ici le terme de *formation* au sens géologique, comme indiquant *un certain ensemble de dépôts* et non le fait même de leur production.

tion, et de silico-aluminates alcalins (feldspaths et micas) qui, en se décomposant, peuvent donner naissance aux silicates d'alumine hydratés que sont les argiles.

Ces notions géologiques étant posées, nous arrivons à leurs *conséquences pratiques*. Dans les carrières de la région de l'ouest de Sens et jusqu'aux confins du Morvan, c'est-à-dire dans les plus proches de la région d'origine, on trouve souvent *presque pêle-mêle* l'argile et le sable quartzeux ; ce sable est souvent grossier, parfois encore un peu feldspathique, témoignant qu'une partie du feldspath des roches anciennes n'a été qu'incomplètement décomposée. L'argile elle-même reste presque toujours, dans ces localités, plus ou moins fortement mêlée de grains visibles de quartz, et il est rare qu'on puisse suivre, sur un front de carrière de cette région, un banc d'argile nettement délimité du sable sur une étendue un peu notable. Somme toute, sous peine de faire un triage minutieux, les exploitations de cette région ne donnent guère, d'ordinaire, qu'un tout-venant des produits de la décomposition des roches cristallines du Morvan, se prêtant à la fabrication de produits réfractaires courants plutôt qu'à celle de produits de choix, qui nécessiterait un triage soigneux des matières premières. La séparation des sables et des argiles n'a pas été suffisamment faite naturellement, par décantation dans l'eau de la lagune, parce qu'on se trouve près du bord de celle-ci, là où les cours d'eau descendant du Morvan venaient déverser, au hasard de leurs crues, des matériaux plus ou moins grossiers en même temps que l'argile.

A Nemours, vers le littoral sud-ouest de la lagune, une semblable formation de sable argileux se charge de très nombreux *silex*, provenant évidemment du lessivage des couches de craie blanche qui, dans la région avoisinante, formaient la surface du sol émergé. Ces silex ont été entraînés dans la lagune, et c'est ainsi qu'a pris naissance le *poudingue de Nemours*, contemporain de la formation de l'argile plastique et dans lequel d'ailleurs ne se trouve guère que d'une façon isolée le poudingue classique, fortement cimenté, très dur et compact, dont les échantillons existent dans toutes les collections de géologie.

En résumé, dans toute la partie méridionale du bassin on rencontre une formation alluviale à éléments souvent grossiers mélangés à l'argile, provenant en grande partie de la décomposition des roches cristallines anciennes du Massif Central et, localement aussi, des régions crayeuses qui étaient à découvert dans la périphérie du bassin, les différents cours d'eau descendant à la lagune apportant chacun les matériaux propres à sa région d'origine. Je dois d'ailleurs avouer que je ne saisis pas bien les raisons de la différence d'âge attribuée, dans les régions situées principalement au sud de la vallée de la Loire, à l'importante formation des « *argiles à silex* » de Langeais, des environs de Loches, etc., parfois puissante d'une trentaine de mètres et qui se montre directement superposée à la craie comme le sont le poudingue de Nemours et aussi l'argile plastique lorsque n'existent pas les sables de Bracheux, c'est-à-dire presque partout à l'exception du nord de Paris.

Je pense que c'est surtout pour la raison que, là où existent ces sables, il se rencontre au-dessous d'eux une faible épaisseur d'une argile à silex superposée à la craie et qui alors est nécessairement antérieure aux sables de Bracheux, que *toute la formation des argiles à silex a été, jusqu'aux confins du massif ancien de notre Plateau Central, attribuée par les auteurs de la carte géologique à l'étage Thanétien,* inférieur à l'argile plastique. S'il est possible d'admettre, comme on le fait généralement, que l'argile à silex se soit *produite sur place* comme résidu de la dissolution de la craie, lorsqu'elle ne forme qu'un mince manteau sur celle-ci ou qu'elle y constitue seulement des poches (mais alors elle pourra continuer à se former actuellement et n'aura pas d'âge défini), cette explication ne paraît guère adéquate, en tout cas, à la production d'une formation pouvant atteindre 30 mètres d'épaisseur sur une étendue considérable et souvent distribuée en couches régulières. Non seulement je ne conçois guère l'existence originelle de l'épaisseur considérable de craie qui aurait dû être dissoute pour fournir cette masse d'argile, étant donné que la craie blanche n'en contient qu'une proportion insignifiante ; mais l'aspect souvent stratifié de cette formation me semble incompatible avec ce mode de production et me paraît démontrer que ses matériaux ont subi un *transport par l'eau*.

Aussi, tout au moins pour l'importante formation dont il s'agit au sud de la Loire, il me semblerait naturel de penser que, comme pour le poudingue de Nemours, il a pu s'y produire un mélange des produits du lessivage de la craie, c'est-à-dire principalement des silex, entiers ou bien à l'état de fragments ou d'une véritable boue de calcédoine, dont l'examen microscopique montre ces argiles très chargées, avec des apports d'argile provenant des roches feldspathiques des régions anciennes du Massif Cen-

tral situées plus à l'ouest que le Morvan. Je ne serais nullement surpris que de nouvelles études stratigraphiques arrivent un jour à montrer que cette puissante formation d'argile à silex est, en tout ou en partie, contemporaine du poudingue de Nemours et de l'argile plastique, leurs différences locales de composition étant plutôt dues à des différences locales de matériaux qu'à une diversité d'âge, ces formations s'étant produites en des régions différentes de la périphérie du Bassin de Paris. En ce qui concerne leur âge réel, d'autre part, peut-être peut-on penser aussi que, dans ces régions de bordure, en dehors du domaine atteint par les eaux marines qui ont déposé les sables de Bracheux avant l'argile plastique au nord de Paris, puis les sables de Cuise après l'argile plastique dans la même région, il a pu se produire simultanément des dépôts semblables à ceux de la formation sparnacienne proprement dite, puisque formés des mêmes matériaux dans des conditions analogues, et qu'il serait pratiquement impossible d'en distinguer.

Aussi, laissant même de côté la question de l'équivalence possible de certaines argiles à silex avec l'argile plastique proprement dite, il ne me semble donc pas absolument certain que celle-ci soit, dans les localités au sud et à l'est de Paris, uniquement le représentant de la formation sparnacienne qui, dans le Soissonnais, s'intercale entre les sables de Bracheux et les sables de Cuise. Mais c'est là une question du ressort de la Géologie pure et il nous faut revenir à notre point de vue de l'application et à la formation typique de l'argile plastique, dont nous avons indiqué les caractères au voisinage immédiat de la région d'origine de ses matériaux.

En nous éloignant de cette région d'origine, nous devons nous attendre à trouver les éléments *plus fins,* puisqu'ils auront dû rester plus longtemps en suspension dans l'eau, et en même temps *mieux classés,* en raison de leur décantation progressive. Il ne faudrait d'ailleurs pas s'attendre à ce que d'abord tout le sable se soit déposé et seulement plus loin l'argile. De multiples variations dans le régime des apports des cours d'eau aboutissant à la lagune, suivant qu'ils étaient en périodes de crues ou d'étiage, des déplacements des courants parcourant la lagune comme il s'en produit dans nos étangs littoraux ou dans les estuaires de nos rivières, du fait même des dépôts de sable ou d'argile, d'autres circonstances encore ont pu produire de nombreuses irrégularités de détail. En ce qui concerne la séparation de l'argile et du sable, il faut aussi tenir compte du fait que des grains de quartz très fins (de l'ordre du 1/100 de mm. par exemple) restent pratiquement en suspension dans l'eau presque aussi longtemps que la vase argileuse et se trouveront mélangés à l'argile. Cependant, malgré ces irrégularités, il semble évident que la décantation et la séparation entre les sables et les argiles (même devant se trouver en bancs alternants) a dû, en moyenne, être d'autant plus parfaite qu'on se dirigera vers le nord, *et cela explique la répartition des centres d'exploitation.*

Sans entrer dans des détails qui seraient ici hors de propos, je rappellerai que, dans la région de Montereau, se développent des terres à faience, argiles encore chargées d'une assez forte proportion de fins grains de quartz. En outre, dans cette localité comme aux environs de Provins, puis de Paris, l'argile se présente en véritables bancs, plus ou moins réguliers, parfois très différents, que les exploitants séparent facilement dans leur travail d'extraction. La séparation de l'argile et du sable est aussi bien plus complète, et manifestement cela est la conséquence d'un transport plus lointain. Cela n'empêche toutefois qu'aux environs de Provins, par exemple, il existe des bancs d'argiles très sableuses, avec des grains de quartz même visibles à l'œil nu, atteignant une taille voisine de l'ordre du millimètre, qui donnent des types d'argiles très maigres, au milieu de l'argile grasse qui ne contient plus que fort peu de silice libre et à l'état de grains de quartz extrêmement fins. C'est cette dernière qui, d'ailleurs, constitue véritablement le type de l'argile plastique de Paris et normalement elle se montre, au microscope, pratiquement dépourvue de grains de quartz, même très fins. Cela n'empêche que, dans la région de Paris, on puisse encore trouver, dans certains bancs, de petites lentilles sableuses, seulement visibles au microscope et qui donnent, à une échelle microscopique, l'image du phénomène de sédimentation qui a séparé les sables de l'argile en bancs définis.

D'autre part, si les bancs d'argile de couleur claire, blanchâtre ou grisâtre, de cette formation sont généralement réfractaires, ne contenant qu'une faible proportion d'oxydes de fer et des autres oxydes (CaO, MgO, alcalis) auxquels on attribue le rôle de « fondants », d'autres bancs, bien plus riches en sels de fer, prennent des teintes vives, souvent bariolées avec prédominance du rouge, et ils ne conviennent que pour la fabrication de produits de bâtiment.

Tous ces faits, d'ordre pratique, concordent donc bien avec la notion *d'une différenciation*

progressive en rapport avec les conditions géologiques de la genèse de cette formation de l'argile plastique. Il m'eût été facile de les développer; mais je me bornerai à ajouter un fait particulier, que j'ai récemment reconnu et dont il est possible que la géologie pure ait à tenir compte.

Dans la région de Sézanne, la formation sparnacienne est bien développée, toujours formée d'alternances de sables et d'argiles, dont certaines présentent d'ailleurs une pureté remarquable et constituent d'excellentes terres réfractaires. Par contre, des sondages faits dans une localité de cete région, toute proche de Sézanne, en vue d'en retrouver la prolongation, ont bien rencontré des terres d'apparence très semblable, mais qui, soumises à des essais de cuisson, *ont fondu à la température de cuisson des produits réfractaires,* ce qui témoigne d'une fusibilité très anormale (environ 500 à 600° plus bas que les argiles habituelles de la région). Or, on ne connait guère en Céramique que les *marnes,* c'est-à-dire *les argiles mélangées de calcaire,* qui présentent une telle fusibilité, et effectivement celles de ces couches en apparence argileuses qui ont ainsi fondu ont bien cette composition. L'examen microscopique montre que, dans le fond argileux habituel, il existe une véritable poussière, mélangée d'une façon tout à fait intime à l'argile, de petits grains extrêmement fins, de taille inférieure au 1/100 de mm., de carbonate de Ca (calcite). Il y a donc eu, dans la lagune, un précipité de CO^3Ca qui se formait en même temps que se déposait la vase argileuse en suspension et qui se mélangeait intimement à celle-ci. Ce précipité est vraisemblablement dû à la dissociation de bicarbonate de Ca en solution dans l'eau, et ceci me conduit à rapprocher cette constatation d'un fait géologique connu.

Auprès de Sézanne, il s'est formé, à une époque considérée comme contemporaine de celle du dépôt des sables de Bracheux, inférieurs à l'argile plastique, un calcaire très particulier, bien connu des géologues sous le nom de *travertin de Sézanne.* C'est un tuf calcaire, rempli d'empreintes d'animaux et de végétaux, tout à fait identique au produit de nos sources pétrifiantes actuelles, et il a existé manifestement là de telles sources, qui donnaient même naissance à un véritable cours d'eau. Il est naturel de faire l'hypothèse que le fin précipité calcaire qui a transformé localement l'argile plastique en une marne très fusible dans une localité voisine de Sézanne pourrait bien résulter de l'arrivée, dans la lagune de l'argile plastique, d'une rivière analogue à celle de Sézanne, si ce n'est de cette dernière.

Mais, pour cela, nous nous heurtons à l'opinion courante en Géologie, d'après laquelle le travertin de Sézanne appartient à l'époque géologique immédiatement antérieure à celle où se formait l'argile plastique, et il faudrait admettre que la rivière de Sézanne s'est perpétuée après le dépôt du tuf calcaire. Cela est évidemment possible; mais, là encore, on peut se demander, comme pour les argiles à silex dont j'ai précédemment parlé, si le jugement sur l'âge réel des formations d'eau douce produites en bordure du bassin de Paris ne serait pas susceptible d'appel et si elles n'auraient pas débordé, dans l'échelle des temps géologiques, sur les formations marines qui les encadrent au nord de Paris.

C'est là un exemple des cas, certainement assez nombreux, où les études de Géologie appliquée, faites par des *géologues praticiens familiers avec les questions et les méthodes de la géologie,* pourront les conduire, pour l'explication de certaines anomalies de détail, à poser à la Géologie pure certaines questions de son ressort, susceptibles de la faire progresser, ou bien à lui demander de vérifier s'il ne conviendrait pas, après une nouvelle étude de certaines questions, de réformer des opinions trop absolues ou fondées sur des documents incomplets.

Programme d'un enseignement de la Géologie appliquée.

Après cet exemple, que je me suis peut-être laissé entraîner à développer un peu trop longuement, mais par lequel je voulais montrer la différence des points de vue de la Géologie appliquée et de la Géologie théorique et aussi le profit réciproque que chacune peut retirer des études de l'autre, je vais exposer sommairement le programme des questions essentielles qu'il conviendra, à mon avis, de traiter dans le cours de Géologie appliquée, lorsque cet enseignement aura pris le développement qu'il mérite. Actuellement, il est encore embryonnaire, puisqu'il ne compte qu'une partie purement verbale et fort restreinte par le nombre des leçons qui peuvent lui être consacrées, alors qu'une bonne partie de cet enseignement devrait être donnée *sur le terrain ou au laboratoire, en présence des faits et par les faits eux-mêmes.* Il est vrai que, dans la nature, tout organisme ayant acquis un grand développement a eu une phase embryonnaire; mais j'espère bien, dans l'intérêt général, que le développement de l'enseignement de la Géologie appliquée ne se fera pas trop attendre et que, pour cela, les bonnes volontés *agissantes* ne me feront pas défaut. Il s'en est déjà manifesté, que je tiens à remercier ici, tant pour ce qu'elles ont

déjà fait que pour ce qu'elles pourront faire encore pour arriver à des *résultats positifs*.

I). Une première partie de ce programme comprend les *Méthodes de recherches :*

Méthodes d'observation et de recherches sur le terrain; les instruments nécessaires au géologue praticien, divers procédés de sondages, etc. (je dois, à cet égard, indiquer l'importance capitale qu'aurait un enseignement annexe de *Topographie sommaire,* utile à la fois aux géologues praticiens et aux géographes physiciens).

Utilisation des techniques de la Pétrographie microscopique à l'étude des diverses matières premières d'origine minérale et des transformations qu'elles subissent dans l'industrie des matériaux de construction, minerais, etc.

Méthodes d'analyse chimique des principales matières minérales utiles (cette partie devrait faire l'objet d'un enseignement annexe).

Etablissement d'une coupe géologique sur le terrain. -- Lecture des cartes géologiques; principes de leur interprétation. — Reconnaissance des déformations et dislocations des couches géologiques, sur les cartes et sur le terrain. — Prévision de coupes approximatives d'après les cartes géologiques.

Rôle de l'expérimentation en Géologie appliquée.

II. — Une seconde partie, qui correspond à ce que l'on entend d'ordinaire exclusivement sous le vocable de Géologie appliquée, serait l'étude des *Propriétés, conditions de formation et modes de gisement des principales matières utiles extraites du sous-sol, classées en vue de leur utilisation :*

1° *Matériaux de construction :*

a) *utilisés directement* : pierres de construction, ardoises, sables, etc.; matériaux d'ornement (marbres, etc.); matériaux d'empierrement.

b) *utilisés après une transformation industrielle* (cuisson) : chaux, ciments, plâtre.

2° *Matières premières de l'industrie céramique :*

Argiles, kaolins, feldspaths et pegmatites, silice, magnésie, dolomie, etc.

3° *Autres matières servant à des industries diverses (verrerie, industries chimiques, etc.), à l'agriculture, etc.*

Sel gemme, sels de potasse; etc.; phosphates de chaux.

4° *Combustibles minéraux :*

Charbons; schistes bitumineux; pétroles et gaz naturels

5° *Minerais :*

Principaux minerais; diverses catégories, caractères et principaux types de *gîtes métallifères.*

III. — Dans une troisième partie serait traitée la *Circulation des eaux souterraines* sous ses divers modes, avec application à diverses questions de *l'Hygiène publique, industrielle ou privée* (Captage des eaux potables; leurs conditions de potabilité; leur protection. — Evacuation des eaux résiduaires des industries et des agglomérations).

IV. — La question des eaux souterraines reviendrait, à un autre point de vue, dans une quatrième partie, traitant des *Applications de la Géologie aux Travaux publics,* à laquelle se rattache évidemment aussi la question, déjà indiquée, des matériaux de construction. Dans ce chapitre, les roches qui donnent ces matériaux et toutes celles du sous-sol, en général, seront évidemment envisagées au point de vue des difficultés de leur percement, des chances de glissement ou de venues d'eau, etc., c'est-à-dire de toutes circonstances de nature à créer des difficultés au cours des travaux.

Une question particulièrement importante actuellement, dans cet ordre d'idées, est l'étude des conditions qui doivent être réalisées pour la constitution des grandes *retenues d'eau,* tant au point de vue de l'étanchéité générale du bassin inondé qu'à celui des conditions locales d'étanchéité et de résistance mécanique des roches dans lesquelles doit être encastré le barrage de retenue.

V. — Ce programme devrait encore comprendre une autre partie, traitant de l'une des plus importantes applications de la Géologie, qui est l'étude des *sols* et de leurs relations avec la nature géologique du sous-sol. Je tiens à dire que, si je ne compte pas traiter ce sujet, ce n'est pas par oubli ou par méconnaissance de son importance pour l'Agriculture, qui est l'une de nos principales sources de production. C'est là, en effet, une application directe de la Géologie, et elle serait certainement entrée dans le programme de l'enseignement de la Géologie appliquée si la Faculté des Sciences de l'Université de Paris n'avait la bonne fortune de posséder une chaire de Géographie physique. Je suis certain d'être d'accord avec mon collègue M. Louis Gentil, titulaire de cette chaire, pour penser que les phénomènes d'altérations qui, aux dépens des diverses roches du sous-sol, donnent naissance aux différentes natures de sols rentrent dans la catégorie des phénomènes de surface que doit étudier la Géographie physique.

C'est d'ailleurs aussi le même point de vue

qui, à mon avis, devra nous inspirer dans les divers ordres de questions où les deux domaines si voisins de la *Géologie régionale* et de la *Géographie physique* seront en contact étroit. L'étude de la constitution et de la structure du sous-sol, ainsi que du développement progressif de cette structure au cours des temps géologiques, devra donner une base solide à l'exposé de la physionomie actuelle des grandes régions naturelles de notre globe, qui appartient essentiellement au domaine de la Géographie physique.

Programme du cours de Géologie appliquée pendant le semestre courant.

Ce cours d'introduction à la Géologie appliquée ne devant compter, cette année, qu'une quinzaine de leçons, à raison d'une par semaine pendant un semestre, pour les questions de Géologie appliquée proprement dite (et un égal nombre de leçons pour la Géologie régionale), j'avais le choix entre deux solutions. L'une consistait à donner un aperçu extrêmement rapide des diverses parties du programme que je viens d'exposer; mais cela eût été sans intérêt au point de de vue qui, à mon avis, doit nous guider, et j'aurais été conduit à cette sorte d'enseignement purement objectif, à un exposé presque uniquement énumératif des faits, sans développement scientifique véritable, dont j'ai combattu la conception et qui ne pourrait aboutir à la formation de véritables géologues praticiens ou ingénieurs géologues, tels que j'en conçois le rôle et l'utilité.

L'autre solution,que j'ai adoptée, était de ne traiter qu'un petit nombre de sujets, puisque je n'avais à ma disposition qu'un petit nombre de leçons, mais d'une façon plus complète et de manière à essayer de donner une idée précise de l'application à *quelques* problèmes de la Géologie appliquée, des méthodes d'observation et de raisonnement que celle-ci doit emprunter aux branches voisines de la science, en les adaptant d'ailleurs à ses besoins. D'autre part, ne pouvant songer à étudier avec le développement qu'elles mériteraient les diverses parties du programme des applications de la Géologie, j'ai choisi parmi ces dernières des questions qui soient d'actualité et pour lesquelles il n'existe pas de sources suffisantes de documentation dans les ouvrages classiques. En effet, pour certaines parties de la Géologie appliquée, pour l'étude des minerais et des gîtes métallifères, par exemple, pour celle des charbons aussi, il existe une abondante documentation et même des traités généraux qui rendent évidemment moins urgent de les exposer ici, quoiqu'elles doivent constituer une partie importante de cet enseignement lorsqu'il sera possible de lui donner le développement auquel il a droit par les services qu'il doit rendre, en même temps qu'une sanction par la création d'un diplôme d'Ingénieur-géologue.

Aussi, dans les leçons qui suivront, je compte exposer d'abord sommairement les principes et les méthodes de la documentation par l'usage des cartes géologiques, puis étudier plus particulièrement quelques sujets, qui me semblent choisis de façon à répondre au but que je me propose :

1° Application des méthodes scientifiques modernes à l'étude des matières premières des industries céramiques et de leurs transformations par la cuisson :

2° Exposé général de la géologie du pétrole;

3° La circulation des eaux souterraines; recherche et protection des eaux potables;

4° Conditions géologiques nécessaires pour l'établissement des grandes retenues d'eau.

Il ne me semble d'ailleurs pas douteux que, dans les conditions économiques actuelles, l'une au moins de ces questions, la *géologie du pétrole,* eût mérité, à elle seule, toutes les leçons dont je puis disposer. Mais je dois nécessairement me borner et ne pas oublier que cet enseignement doit être *général*. D'autre part, je dois aussi insister sur la nécessité absolue, pour faire véritablement œuvre utile, que *cet enseignement verbal soit doublé d'un enseignement sur le terrain et au laboratoire*. Il m'est malheureusement encore de toute impossibilité d'organiser cet enseignement pratique, puisque cette chaire n'a encore aucun moyen d'action, étant dépourvue de personnel, de crédits de laboratoire et d'excursions, même de laboratoire.

Aussi, pour terminer, dois-je renouveler le vœu et aussi exprimer l'espoir que, *dans un avenir extrêmement prochain,* (c'est même là pour nous une question *de toute urgence* en ce qui concerne la géologie appliquée au pétrole), cet enseignement reçoive des pouvoirs publics, et aussi des industries auxquels il est susceptible de rendre des services importants, les moyens d'action qui lui sont indispensables pour prendre chez nous le développement qu'il a, dès maintenant, chez tous nos voisins et nos rivaux.

Léon Bertrand,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

ÉVOLUTION DES PLASTIDES DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL

Il y a une quarantaine d'années, William Schimper (1) démontra que le protoplasme des végétaux renferme des organites de nature albuminoïde constants dans toutes les cellules, se divisant et se transmettant d'un individu à l'autre par l'intermédiaire de l'œuf. L'auteur appela ces organites des ***plastides***. Au cours de l'évolution des cellules, ces plastides élaborent soit de l'amidon (amyloplastides) soit des pigments (chloro = et chromoplastides). Un peu plus tard Altmann montra, grâce à l'emploi d'une méthode spéciale, que le protoplasme des cellules animales renferme des organites, les bioblastes, se transmettant de cellule en cellule par division. Ces organites ont été l'objet dans ces dernières années de nombreuses recherches en cytologie animale et sont connus aujourd'hui sous le nom de *mitochondries*, *chondriosomes* ou *plastosomes*. L'introduction en cytologie de méthodes nouvelles a permis d'assimiler les plastides de Schimper aux mitochondries dont ils représentent l'une des deux variétés connues aujourd'hui dans tous les végétaux verts.

Les mitochondries, de μιτος = fil et κουδσου = grain, sont des organites figurés du protoplasme ayant la forme de filaments, de bâtonnets ou de grains suivant leur état physiologique. Ils peuvent passer réversiblement de l'une à l'autre de ces formes. Après avoir été mis en évidence par Altmann (2), puis par un grand nombre d'auteurs, dans les cellules animales, Meves (3) les découvrit chez les végétaux. C'est Guillliermond qui les assimila aux plastides de Schimper (4), connues depuis 1880. Les mitochondries ont des caractères très spécifiques. Elles sont très fragiles et ont une sensibilité particulière vis à vis des actions osmotiques. En milieu hypotonique elles se gonflent et se transforment en vésicules à contenu aqueux. On ne peut les mettre en évidence qu'en employant des méthodes particulières, dites mitochondriales, respectant leur extrême sensibilité envers certains corps tels que l'acide acétique et l'alcool. On ne peut les colorer vitalement que très difficilement à l'aide de colorants spéciaux tels que le violet dahlia et le vert janus. Une température de 47° à 50° les détruit. Enfin elles paraissent être le siège de fonctions importantes dans la vie de la cellule. On leur attribue, en cytologie animale le rôle d'agents d'élaborations (pigments, graisses et grains de sécrétion). Dans la cellule végétale elles constituent les organes de la photosynthèse et produisent de la chlorophylle, de l'amidon, des graisses et des pigments xanthophylliens et carotiniens Tous ces caractères étant communs aux mitochondries animales et aux mitochondries végétales, on a été amené à les considérer comme identiques.

L'appareil mitochondrial ou chondriome des végétaux verts se compose de deux variétés de mitochondries : l'une est représentée par les plastides (chloro-amylo-chromoplastides) qui peuvent prendre au cours du développement des formes plus ou moins volumineuses, l'autre par des mitochondries qui conservent pendant toute leur vie leurs dimensions primitives et l'aspect typique des mitochondries.

Jusqu'à l'introduction de cette nouvelle conception de la valeur morphologique des éléments constituant le chondriome, les théories les plus diverses, tendant à l'établissement d'une individualité stricte des plastides et des mitochondries se partageaient les opinions des cytologistes. Ce n'est que depuis très peu de temps que le problème si discuté de l'origine et de la valeur morphologique des plastides s'est acheminé vers une solution qui aujourd'hui paraît définitive grâce à des travaux entrepris en particulier dans le domaine des Algues et des Cryptogames vasculaires, d'une part, et à une étude nouvelle et très attentive des Phanérogames, d'autre part.

Un fait dominant jaillit de tous ces travaux : C'est celui que la question des plastides ne peut pas se poser sans celle des mitochondries. Ces deux problèmes n'en constituent en réalité qu'un seul, intimement liés et inséparables qu'ils sont ainsi que nous le verrons. C'est cette liaison étroite hors de toute discussion qui est la conclusion la plus importante des travaux dus surtout à Guilliermond et son école.

Les deux variétés de mitochondries sont particulièrement distinctes chez les Algues. Dans le protoplasme des Vaucheria F. Moreau (1), Rudolf et Mangenot (2) ont fait connaître des chloroplastes arrondis volumineux existant à côté de mitochondries sous forme de bâtonnets courts et de grains. On a remarqué depuis longtemps que les chloroplastes persistaient pendant tout le cycle évolutif y compris l'œuf, et de nombreux auteurs se sont basés sur cette observation pour appuyer leur théorie de l'individualité des plastides. Lorsque les mitochondries de

(1) W. Schimper : Untersuch. über die Entstch. der Stârke, kôrner Bot. Ztg., 1880, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik.

(2) Altmann : Die Elementar organismen, 2e édit., 1894.

(3) Meves : Uber d. Vorkommen von Mitochondrin in Pflanzenzellen, B. d. deutsch. Bot. gesellsch., 1904.

(4) Guilliermond : Rech. sur l'origine des plastes et sur le mode de format. de l'amidon. Arch. d'Anatomie microscop., 1912.

(1) Bul. de la Soc. Bot. de France, 1914.

(2) C. R., Acad. des Sc., 1920.

ces Algues s'allongent pour se diviser, on constate que les chloroplastes s'allongent également en même temps et se divisent fréquemment. De plus les méthodes mitochondriales colorent aussi bien les plastides que les mitochondries inactives dans la fonction chlorophyllienne.

Les mêmes faits se retrouvent au cours de l'évolution de l'oosphère des Fucacées. Les deux variétés de mitochondries sont nettement visibles pendant tout le cycle évolutif de cet organe. Mangenot (1) nous a fait connaître dans l'oosphère mûre des Fucacées un chondriome composé de petits plastides fusiformes et de mitochondries granuleuses.

Pendant l'évolution de l'anthéridie des Fucacées ce même auteur(2) a remarqué que les phaeoplastes perdent leur pigment, s'amincissent considérablement, de sorte qu'à un certain moment on peut les considérer comme de vrais chondriocontes A côté de ces filaments mitochondriaux ayant, nous le savons maintenant, pour origine, les plastides, persistent des mitochondries granuleuses. Ultérieurement, ces chondriocontes vont se charger de pigment carotinien. Parallèlement à cette élaboration, ils s'épaississent et redeviennent les plastes typiques. Il existe un plaste par antherozoïde mûr.

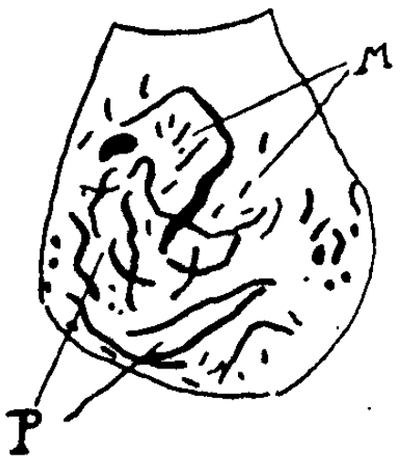


Fig. 1.

Mangenot nous a fait connaître chez les Lémanéacées (Floridées) une évolution très curieuse des plastides (3). L'appareil fructifère de ces Algues s'édifie aux dépens d'une cellule apicale qui contient quelques plastes arrondis. Si l'on observe des régions plus différenciées l'on constate que ces plastides s'allongent, se ramifient même souvent, pour prendre des formes rubanées. Dans les cellules pariétales de l'appareil fructifère, ces rubans sont larges et épais alors que, dans les cellules axiles, ils sont devenus de vrais chondriocontes (fig. 1). Tous sont porteurs de chlorophylle, ce qui les distingue des autres mitochondries en forme de bâtonnets et de grains. Bien qu'ayant la forme, l'allure de chondriocontes, ces filaments sont encore des plastides.

(1) C. R., Acad. des Sc., 1920.
(2) C. R., Acad. des Sc., 1920.
(3) C. R., Acad. des Sc., 1920.

A ce stade, les plastides sont tout à fait comparables à ceux que Guilliermond a mis en évidence dans les pétales de la variété jaune de Tulipe (fig. 2). Dans

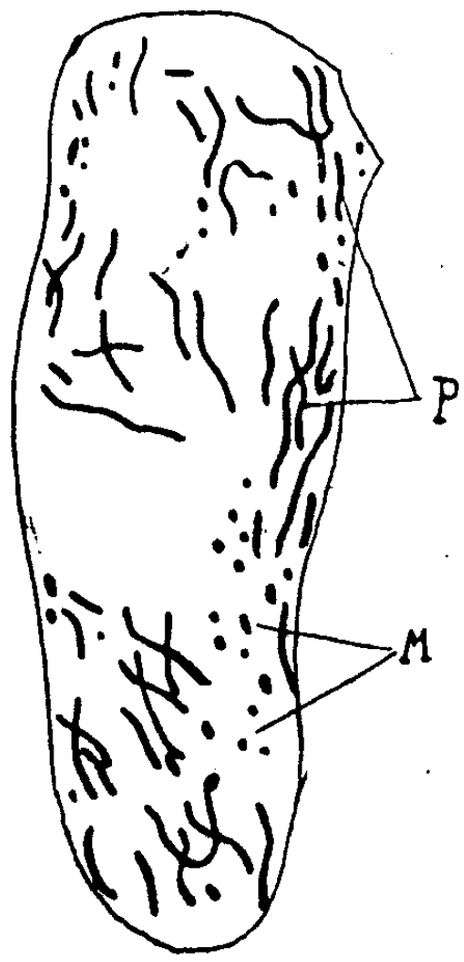


Fig. 2.

les organes reproducteurs femelles on remarque des plastes nettement colorés et rubanés. Après la fécondation, les plastides rubanés s'amincissent, se décolorent puis se segmentent pour constituer avec les autres mitochondries une chondriome dont tous les éléments ont la même forme et paraissent avoir maintenant la même valeur morphologique. L'organe femelle bourgeonnera ensuite pour donner des spores. Les jeunes spores sont incolores. Plus tard certains de ces éléments mitochondriaux augmentent de volume et forment de la chlorophylle : il y a réapparition de chloroplastes qui dans la jeune spore se confondaient avec les autres mitochondries. Une étude très attentive permet de reconnaître les mitochondries, destinées à évoluer en chloroplastides, à leur affinité un peu plus accentuée pour l'hématoxyline ferrique et leur taille un peu plus grosse. La séparation des deux variétés de mitochondries est, à certains moments évolutifs de ces algues, presque impossible à faire.

Elles deviennent de nouveau très distinctes si nous étudions les Muscinées. Scherrer et Sapehin ont étudié le chondriome des Hépatiques et des Mousses. Ces deux auteurs constatent la persistance de chloroplastes pendant tout le cycle évolutif de ces végétaux, de sorte qu'ici, comme chez les Vaucheria, l'individualité des plastides paraît très nette. Chez les *Anthoceros* il existe un chloroplaste unique en forme de croissant (fig. 3) que l'on retrouve avec tous ses caractères dans la cellule apicale des thalles, dans l'oosphère et dans les spores. Au cours de la

spermatogenèse, ce plaste unique disparaît et on ne le trouve plus dans l'anthérozoïde mûr. Faisons maintenant un pas en avant dans le règne végétal. Nous arrivons aux Cryptogames vasculaires. C'est chez ces végétaux surtout que l'on peut suivre les phases successives de transformation des plastides. C'est d'ailleurs chez eux que les premières constatations et en même temps les plus nettes ont été faites en ce qui concerne le cycle évolutif parcouru par les plastides. L'étude des Cryptogames vasculaires permet d'attribuer aux plastides leur véritable valeur morphologique.

Si on examine une coupe longitudinale de racines, de Fougère (1), on constate dans le méristème un chondriome très riche présentant des allures spéciales suivant les éléments dans lesquels il se trouve. Dans la cellule apicale (fig. 4) on observe un chondriome composé de mitochondries granuleuses et

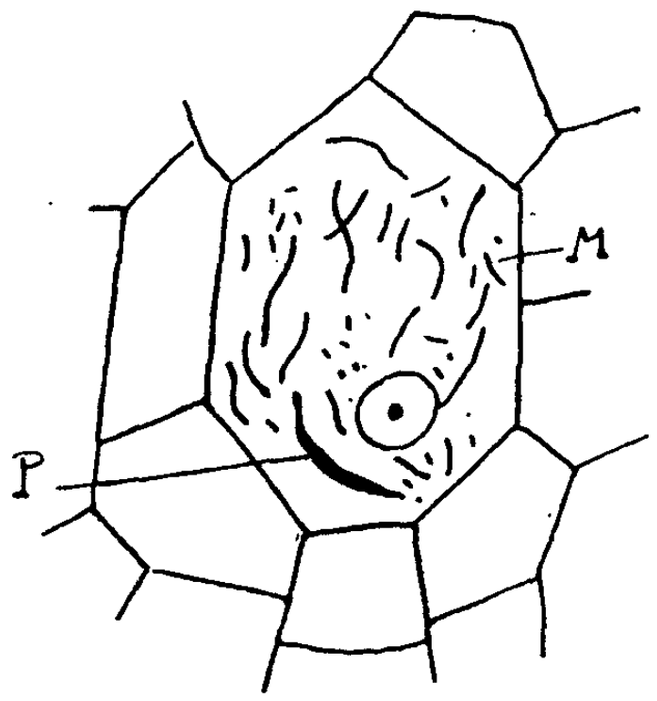


Fig. 3.

de courts bâtonnets. Les chondriocontes sont rares. Un certain nombre d'éléments élaborent des grains d'amidon. Certaines mitochondries, semblables de prime abord aux précédentes, se révèlent à l'observation attentive comme étant de taille légèrement plus petite. Elles sont aussi moins chromatiques et ne paraissent pas participer à l'élaboration de l'amidon. Dans les éléments du parenchyme cortical on assiste à un épaississement très sensible de ces mitochondries qui deviennent des amyloplastides assez gros tout en conservant la forme de chondriocontes. Dans les cellules du cylindre central (fig. 5), par contre les chondriocontes élaborateurs résorbent leur amidon et s'allongent considérablement pour former de longs chondriocontes très flexueux et ténus. Les autres mitochondries ne subissent presque pas de transformations ; elles se distinguent, dans ces cellules, des amyloplastides, d'abord par leur taille très courte, puis par leur chromaticité, maintenant un peu supérieure à celle des filaments.

(1) Emberger, C. R., Acad. des Sc., 1920.

Les deux variétés de mitochondries sont nettement visibles dans toutes les cellules de la racine des Fougères.

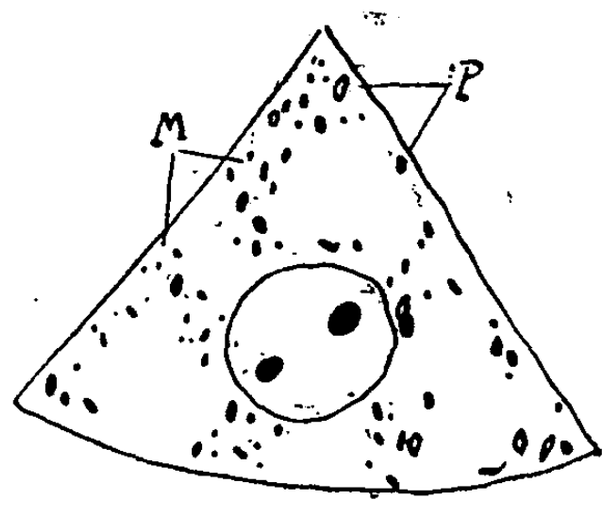


Fig. 4.

Au cours de nos recherches sur le sporange des Fougères (1) nous avons démontré (fig. 6) que dans cet organe jeune il y a de petits chloroplastes répartis dans toutes les cellules. Lorsque les cellules mères se forment, ces chloroplastes résorbent petit à petit leur amidon et perdent leur pigment. En même temps — fait très important — le support mitochondrial aux dépens duquel les chloroplastes s'étaient formés est *régénéré*. Il s'allonge en prenant l'allure de chondriocontes. L'aspect un peu rigide de ces éléments permet de reconnaître ces chondriocontes résultant des anciens chloroplastes des autres mitochondries

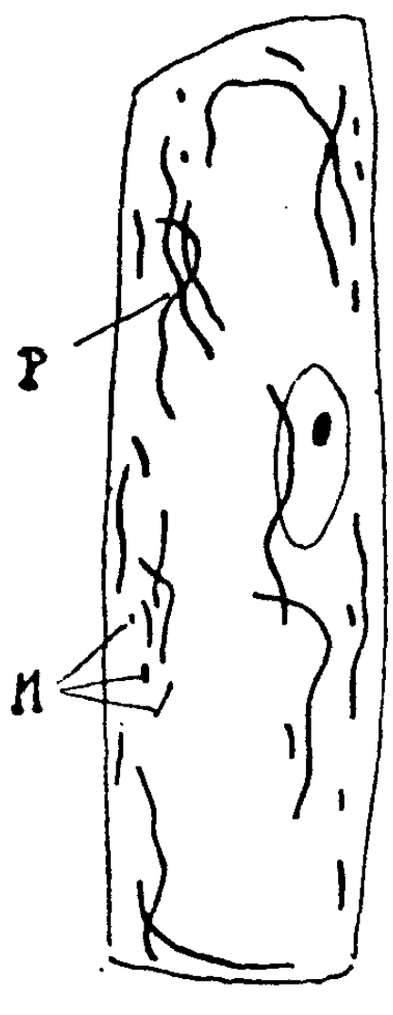


Fig. 5.

toujours présentes. Ils sont aussi un peu plus chromatiques. Cependant si l'on n'avait pas pu suivre pas à pas cette régression des plastides en chondrio-

(1) C. R., Acad. des Sc., 1920

contes on ne pourrait affirmer au sein de ce chondriome la présence de deux éléments de valeurs différentes, à tel point les plastides ont maintenant l'aspect des autres mitochondries. Dans les cellules mères des spores tous les éléments du chondriome se sont sectionnés. Une observation approfondie fait retrouver les fragments provenant des anciens chloroplastes, mais cela devient absolument impossible dans les jeunes spores où tous les éléments du chondriome sans exception paraissent identiques entre eux. Nous savons cependant par l'étude de l'évolution, suivie pas à pas, que le chondriome de ces cellules renferme des mitochondries dues à la régression des plastides. Dans la jeune spore des

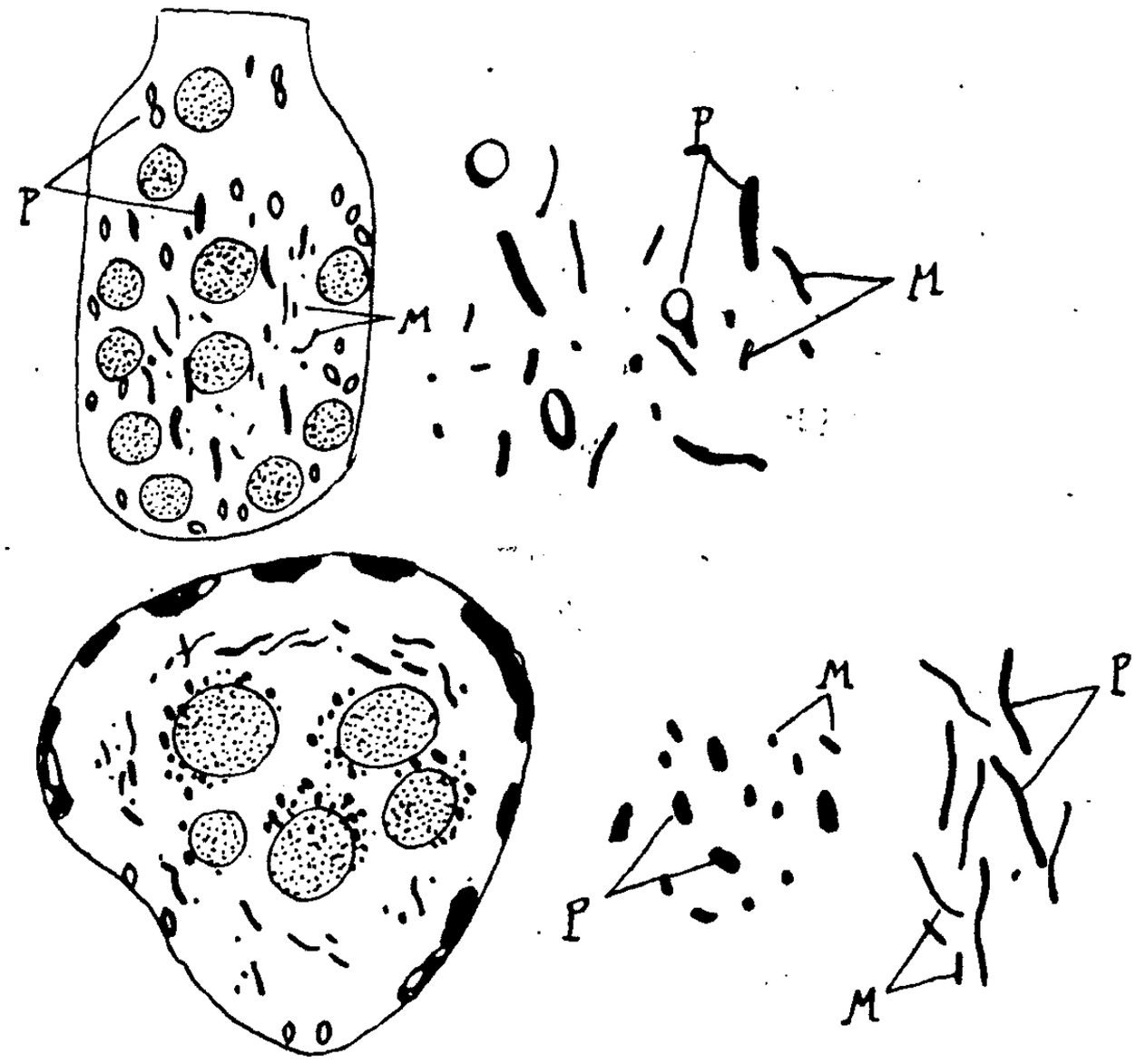


Fig. 6. — Divers stades de la formation du sporange d'une Fougère. On y voit la transformation des chloroplastes en chondriocontes puis, dans les cellules mères, leur segmentation en mitochondries granuleuses. Des détails, dessinés aux plus forts grossissements, montrent les deux variétés de mitochondries.

Fougères, les chloroplastes sont représentés par des mitochondries granuleuses que l'on ne peut pas distinguer des autres. Le chondriome se différencie ensuite de nouveau, dans la spore mûre, en futurs plastides et mitochondries dont nous ignorons encore les fonctions exactes et que nous appelons pour cette raison « inactives » (1); les futurs plastides évoluent très rapidement en gros chloroplastes lors de la germination.

Nous avons constaté un pareil cycle complet de transformation des chloroplastes au cours de l'étude de l'évolution des organes sexuels des Fougères (1). La cellule épidermique qui donne naissance soit à la future oosphère soit à l'anthéridie contient dans son cytoplasme des chloroplastes bien constitués et des mitochondries inactives. Au fur et à mesure que les organes sexuels évoluent, on assiste de nouveau à la résorption de l'amidon par les plastides, on constate que ceux-ci perdent leur pigment vert et deviennent des chondriocontes. Dans la cellule mère de l'anthérozoïde finalement et dans l'oosphère arrivée à maturité par exemple, on ne trouve que des mitochondries granuleuses ou en courts bâtonnets. Mélangés aux mitochondries inactives, les anciens plastes forment à ce stade, dans les cellules respectives, un chondriome au sein duquel les plus forts grossissements actuels ne peuvent plus révéler la part revenant à eux et celle due aux autres mitochondries. Aussitôt après la fécondation, on assiste de nouveau à une différenciation du chondriome en chloroplastes et mitochondries inactives.

Les dernières recherches de Guilliermond (2) ont mis en évidence le mécanisme intime du fonctionnement des plastides chez les Phanérogames. Par une étude très minutieuse, cet auteur a constaté que les

(1) Le terme « inactives » n'est employé que pour simplification et signifie inactives dans la fonction chlorophyllienne. Il est hors de doute que ces mitochondries doivent jouer un rôle important dans le fonctionnement de la cellule.

(1) C. R. Acad. des Sc., 1920.

(2) Bul. biologique, fasc. 3-4, 1921, et C. R., Ac. Sc., 1920 et C. R., Soc. biologie, 1920.

cellules les plus jeunes des points végétatifs des racines sont déja susceptibles d'élaborer de l'amidon à certaines phases d'activité. Il y a donc déjà des plastides dans les tissus les plus jeunes mais ces plastides ne se distinguent ni par leurs dimensions, ni par leurs réactions histo-chimiques, des mitochondries inactives et sont donc bien des mitochondries. Dans les cellules adultes les mitochondries qui jouent le rôle d'amyloplastides sont en général reconnaissables à leur taille un peu plus grande. Pendant l'élaboration de l'amidon, ces grosses mitochondries se réduisent à une mince paroi mitochondriale entourant le grain en devenant presque imperceptible. La mitochondrie cependant n'est pas épuisée et ne disparaît pas. Lorsque le grain d'amidon se résorbe la mitochondrie se régénère peu à peu, s'accroît et reprend l'allure d'un chondrioconte. Bien qu'il soit impossible de distinguer dans les méristèmes les deux variétés de mitochondries, on est donc obligé d'admettre aussi chez les Phanérogames la présence de ces deux variétés de mitochondries par ce que l'on sait de l'évolution des plastides chez les Cryptogames.

En résumé, ces exemples pris parmi les Thallophytes, les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames suffisent pour démontrer très nettement le cycle complet que parcourt un plaste au cours de l'évolution d'un végétal. Ce phénomène paraît être très généralisé et décelable dans tous les grands embranchements du règne végétal (1). Des études plus approfondies encore préciseront davantage la question dans l'avenir.

Chez les Algues inférieures et chez les Muscinées, les deux variétés de mitochondries sont nettement distinctes pendant tout leur cycle évolutif. Il en est de même chez les Sélaginelles. Chez ces derniers végétaux, M. Dangeard et nous avons remarqué que le plastide unique des cellules de leurs points végétatifs s'allonge considérablement dans le méristème vasculaire pour prendre la forme de chondrioconte. Chez les Algues supérieures (Fucacées, Floridées), ces deux variétés de mitochondries sont très peu différenciées à certains stades. Au cours de l'évolution des Fougères, nous constatons un cycle complet de transformation du chloroplaste en passant par le stade de mitochondrie le plus parfait, c'est-à-dire par le stade de petite granulation. Enfin chez les Phanérogames, les deux variétés de mitochondries ne sont visibles que dans les cellules différenciées.

Lorsque les chloroplastides ont perdu leur pigment après résorption de l'amidon ils ont une forme filamenteuse ou de bâtonnets. Arrivés à ce stade il n'existe plus aucune différence histochimique, morphologique et physiologique entre eux et les autres mitochondries D'un autre côté, un chondriome composé d'anciens chloroplastes devenus des mitochondries typiques et de mitochondries inactives offre tous les caractères histochimiques (1) morphologiques et physiologiques (sensibilité envers les troubles osmotiques, mort à une température d'environ 50°) du chondriome de la cellule animale (fig. 7 = cellule du foie d'embryon de poulet) dont l'existence n'est contestée par aucun cytologiste.

Les plastides sont donc bien des mitochondries.

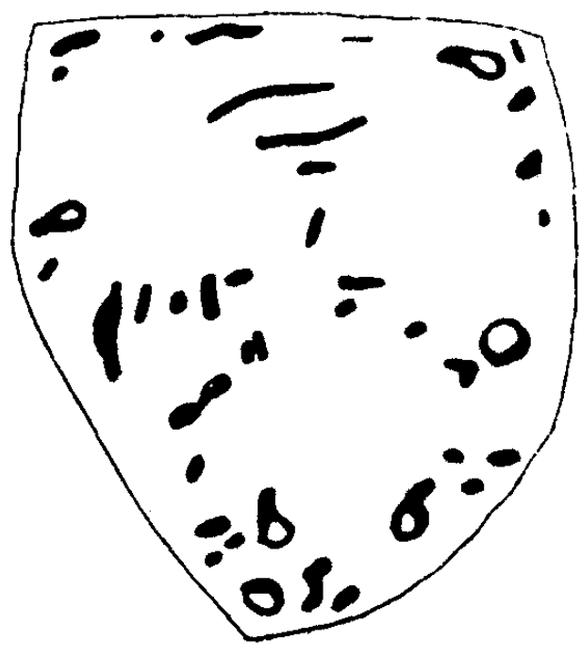


Fig. 7.
Cellule du foie de poulet

Néanmoins ils se distinguent des mitochondries inactives par le fait qu'ils conservent une invidualité au cours du développement et surtout par cette qualité de pouvoir élaborer des pigments et de l'amidon et devenir ainsi les agents de la photosynthèse. Il y a unité de nature puisque les deux catégories d'organites sont bien des mitochondries et il y a dualité de fonction puisque ces deux catégories d'organites évoluent chacune pour soi et préside à des fonctions bien déterminées pour le cas des chloroplastes. L'avenir nous précisera le rôle des autres mitochondries.

Puisqu'il y a dualité et cependant, dans le fond, unité on est obligé d'admettre chez les végétaux verts l'existence de ***deux variétés*** de mitochondries dont l'une est adaptée à la fonction chlorophyllienne. Cette dualité du chondriome est, d'après Guilliermond, la condition de la photo-synthèse. En effet, il est bien permis de penser et d'admettre que

(1) Il ne faudrait cependant pas croire qu'un chloroplaste puisse à *tous* les âges revenir à l'état juvénile, c'est-à-dire à l'état de mitochondrie. Ici comme partout en biologie une spécialisation excessive a pour rançon l'impossibilité de repuiser des forces pour se régénérer, et finalement la disparition. Un chloroplaste très différencié porte toutes ses énergies vers les fonctions qui lui incombent. Ces fonctions nécessitent toute sa puissance d'activité. Il ne peut réserver aucune parcelle de lui-même pour se régénérer.

(1) Les amyloplastides et les chromoplastides ont les mêmes caractères histo-chimiques que les autres mitochondries, mais les chloroplastes se distinguent des autres mitochondries par une résistance beaucoup plus grande vis à vis des fixateurs.

la fonction chlorophyllienne qui domine toute la vie d'une plante verte imprime son sceau jusque dans la structure du protoplasme vivant. Les cytologistes qui ont étudié particulièrement la cellule animale ont déjà formulé, pour cette cellule, l'hypothèse de l'existence de plusieurs variétés de mitochondries (Regaud, Champy). Prenant, en étudiant la formation de pigments aux dépens de mitochondries, constata que certaines mitochondries ne participaient pas à cette élaboration. Il semble cependant que dans la cellule animale elles aient une même origine et ne se différencient qu'au cours du développement. Les raisons sur lesquelles s'appuie cette nouvelle conception du chondriome sont donc sérieuses.

La démonstration de ce phénomène très curieux qui est la réversibilité des chloroplastides, point de départ de la conception dualiste de Guilliermond et de ses élèves, a permis d'éclaircir rigoureusement la question très discutée de l'origine et de la valeur morphologique des plastides Ce problème était trop important pour qu'il ait pu être résolu par l'examen de types isolés. Il ne pouvait être solutionné que par une vue d'ensemble de toutes nos connaissances actuelles en cytologie végétale et même animale, car le chondriome est une des bases sur lesquelles repose la vie, et tout le monde sait que la vie, dans ses manifestations les plus élémentaires, ne peut se classer en vie animale et vie végétale. Il n'y a qu'une Vie. Il s'agit, lorsqu'on étudie le chondriome, d'un problème de Biologie générale.

Le manque de connaissances dans lequel nous nous trouvions jusqu'à ces derniers temps et, pour cette raison, des conclusions prématurément tirées avaient engendré des divergences nombreuses à ce sujet.

La théorie de deux variétés de mitochondries est la seule qui donne, dans l'état actuel de la science, toute satisfaction, car elle englobe l'ensemble de nos connaissances.

Avant l'introduction de cette conception dans la science, diverses théories concernant la valeur morphologique des plastides avaient été émises, à savoir :

1) La théorie de Rudolph, Scherrer, Sapehin, Meyer, admettant que les plastides étaient des organites particuliers de la cellule végétale n'ayant aucune relation avec les mitochondries qui seraient des organites plus ou moins problématiques.

2) La théorie de Mottier admettant également l'individualité des plastides, mais concluant à l'existence formelle, dans la cellule végétale, de plastides et de mitochondries les uns et les autres capables de se diviser pour se transmettre de cellule à cellule et jouant un rôle dans l'hérédité. Les mitochondries inactives seules seraient assimilables au chondriome de la cellule animale.

3) La théorie de Meves qui considère que toutes les mitochondries se transforment en plastides et que les mitochondries inactives ne seraient que des grains de métaplasme.

4) La théorie de Pensa, Lewitzky, etc., qui admet que tous les éléments du chondriome ont la même valeur. Au cours de l'évolution des tissus, un certain nombre d'entre eux se transformerait en plastides.

5) La théorie de Dangeard, d'après laquelle le chondriome de la cellule végétale, décrit par les divers auteurs, ne serait constitué que par des plastides. Les formations décrites sous le nom de mitochondries seraient des globules graisseux, des fibrilles protoplasmiques et des jeunes stades du système vacuolaire.

Louis EMBERGER,
Chargé de cours à la Faculté de Pharmacie de Montpellier.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Luminescence produite par l'action des flammes. — On admet généralement l'existence d'une température limite au-dessus de laquelle disparaissent toute phosphorescence et toute fluorescence, limite voisine de 400° C, d'après les expériences de Lenard et Klatt (1).

MM. Nichols et Wilber (2) ont cependant observé des phénomènes de luminescence à des températures un peu supérieures, et l'étude de ces phénomènes les a conduits à découvrir une nouvelle cause de luminescence : l'action des flammes.

Interrompant l'arrivée d'oxygène dans le chalumeau oxhydrique d'une lampe Drummond et laissant la flamme d'hydrogène lécher la surface du bâton de chaux dont la température baisse lentement, ils ont observé, dans certains cas, une lueur verdâtre dans les régions atteintes par la flamme.

Pulvérisant le bâton et fixant la poudre obtenue entre les mailles d'une fine toile métallique, ils ont remarqué qu'une flamme d'hydrogène appliquée par dessus la toile provoque une luminescence jaune verdâtre de la chaux dans certaines zones de la flamme. Si la flamme agit par dessous la toile de manière à la

(1) Lenard et Klatt : *Annalen der Physik*, t. XV, p. 425, 1904.

(2) E. L. Nichols et D. T. Wilber : *Physical Review*, t. XVII, p. 453, avril 1921

chauffer vers la même température que précédemment, aucune lueur n'apparaît à la partie supérieure de la toile.

En répétant ces observations, MM. Nichols et Wilber ont pu reconnaître que le rayonnement ainsi produit n'est pas dû à l'action de la température ; il n'apparaît que dans un intervalle étroit de températures ; son intensité dépasse quelquefois de beaucoup l'intensité du rayonnement du corps noir à la même température ; on ne l'observe pas en chauffant la chaux à la température voulue, soit électriquement (sur une lame de métal parcourue par un courant), soit par rayonnement ou conduction dans un four ; quand on emploie une flamme, la lueur n'apparaît qu'à l'intérieur de la flamme.

Toutes les flammes ne sont pas efficaces : la flamme d'hydrogène. et, à un degré moindre, les flammes contenant de l'hydrogène, comme la flamme non éclairante du gaz d'éclairage ordinaire, semblent être les seules qui déterminent l'excitation lumineuse ; les flammes d'alcool, d'éther, de sulfure de carbone sont inactives.

Parmi les substances qui, de même que le bâton de chaux de la lampe Drummond, sont sensibles à l'action de la flamme, on peut citer : 1° la chaux, provenant d'autres sources, les oxydes de zirconium, de magnèsium, d'aluminium, de zinc, de silicium ; 2° certains sulfures phosphorescents tels que la blende de Sidot et quelques-uns des sulfures étudiés par Lenard et Klatt ; 3° les saphyrs blancs, les corindons, les rubis synthétiques, les cristaux de calcite, de spath fluor, de topaze, l'acide borique, l'acide fellurique et les échantillons très purs de phosphate de cadmium, de carbonate de calcium, de sulfure de calcium et sulfure de zinc.

Toutes les substances comprises dans le 3e groupe ne sont ni phosphorescentes ni fluorescentes sous l'influence de la lumière. Par contre, beaucoup de substances qui sont fortement luminescentes sous l'action de la lumière, comme le tungstate de calcium, la willémite et quelques sulfures de Lenard et Klatt ne sont pas sensibles à l'action de la flamme.

L'effet ne semble pas être lié à la présence de traces d'une substance active. L'addition de telles substances peut modifier le caractère de la luminescence et même la supprimer : ainsi le phosphate de cadmium pur est sensible à la flamme, mais l'addition de manganèse qui le rend fortement phosphorescent, d'une phosphorescence rouge bien connue, détruit sa sensibilité à la flamme.

Le spectre de la lumière émise est un spectre de fluorescence caractéristique de la substance et comprenant au moins deux bandes ; chaque bande est formée de nombreuses raies dont les fréquences sont séparées par des intervalles égaux, et ces raies, dans les cas étudiés, ont été trouvées identiques aux raies du spectre de fluorescence de la substance ; les intensités relatives seules diffèrent.

La luminescence par la flamme se produit dans un intervalle de températures assez étendu que le tableau suivant donne pour quelques substances :

TABLEAU. — **Limites de températures entre lesquelles se produit la luminescence par la flamme**

Substances	*Limites de température*	*Couleur de la bande*
Si O^3	85 — 367° C	blanche.
Mg O	75 — 680	bleue-verte.
$Al^2 O^3$	55 — 692	vert-pâle.
Ca O	0 — 600	rouge.
	40 — 725	verte.
Zr O^2	76 — 372	bleue-verte.
	440 — 720	rouge.
Zn O	568 — 704	rouge.
	704 — 948	verte.
Zn S	0 — 123	jaune.
	211 — 575	bleue-verte.
Ca S	60 — 330	bleue-verte.
Ca F	58 — 310	jaune-verte.
$Cd (PO^4)^2$	50 — 733	jaune.

Les valeurs indiquées dans le Tableau doivent être considérées comme simplement approximatives ; les diverses bandes que comprend le spectre apparaissent souvent, comme on le voit, entre des limites de température différentes.

La luminescence ne se produit pas quand on chauffe la substance dans l'air ou dans l'hydrogène, ou dans le vide, ou par contact avec un jet d'hydrogène chaud à moins que l'hydrogène ne soit enflammé.

La luminescence se produit cependant sous l'influence du bombardement cathodique dans les mêmes intervalles de température, mais les intensités relatives des bandes ne sont pas les mêmes que dans la luminescence par la flamme et il semble que les deux phénomènes soient distincts.

Il n'est pas très aisé de fournir l'explication de cette luminescence par la flamme. On peut penser qu'elle est due à une réduction et une oxydation se succédant rapidement dans une couche instable comprise dans la flamme entre la zone réductrice et une zone oxydante. On pourrait peut-être faire intervenir la production d'hydrogène monoatomique H^1 ou triatomique H^3 dont la présence dans la flamme d'hydrogène a été signalée par Langmuir, Wendt, etc., et supposer que le retour à la forme stable H^2, entraîne la luminescence des substances au contact desquelles s'effctue la transformation. A. Boutaric.

Météorologie

Projet d'organisation d'une station météorologique Atlantique. — L'office national météorologique de France a proposé au comité météorologique international, qui s'est réuni en septembre dernier à Londres, la création d'une station météorologique permanente sur l'océan Atlantique, chargée de concentrer les observations des navires, et d'établir pour eux une prévision du temps. Cette station serait munie d'un poste de télégraphie sans fil assez puissant pour rester en communication avec l'Europe.

L'intérêt que présentent les observations de l'Atlantique pour la prévision du temps en Europe a été depuis longtemps mis en évidence. La plupart des dépressions qui atteignent nos côtes naissent ou passent sur l'océan, et la connaissance de leur existence rendra certainement plus précise la prévision du temps en Europe et augmentera son échéance. On peut espérer prévoir le temps dans ses grandes lignes — au moins pour les régions côtières — 2 ou 3 jours d'avance, alors qu'il est difficile, et souvent impossible aujourd'hui, de le prévoir à une échéance de 24 heures.

Une station permanente sur l'Atlantique permettrait aussi d'étudier, beaucoup mieux que ne peuvent le faire des navires de passage, les caractères du temps sur l'Atlantique, caractères qui ne sont encore qu'imparfaitement connus.

L'office national météorologique propose pour réaliser cette station de faire croiser en permanence un navire dans une région située entre les parallèles de 47° et de 49° N. et le méridien de 25° et de 35° W. Cette station serait située sur la route du trafic maritime maximum, sur le passage des dépressions qui traversent l'Atlantique, et au voisinage de la région où se forment probablement les dépressions qui naissent sur l'océan.

La dépense totale d'établissement serait d'environ 7.500 fr. par jour, soit 2.700.000 fr. par an.

L'idée d'organiser une station météorologique atlantique réalisée par un navire stationnant dans une région donnée n'est pas entièrement nouvelle. Elle a été proposée, pendant la guerre par le lieutenant David, qui faisait alors partie du service météorologique aux armées. M. David a consacré à l'établissement de cette station une étude très complète et fort documentée.

Il est dommage que cette idée intéressante soit accompagnée, dans l'exposé de l'Office national météorologique, de considérations maritimes un peu étranges et qui montrent que ce côté, pourtant important, de la question n'a pas été complètement étudié.

On y lit par exemple que la houle de l'avant est plus redoutable pour les navires que la houle de l'arrière. C'est exactement l'inverse de la réalité. Les navires qui sont obligés par le mauvais temps à « prendre la cape » prennent généralement la mer à 45 degrés de l'avant, position la plus favorable pour résister.

De même, quoiqu'en dise l'Office national météorologique, ce ne sont pas forcément les navires les moins chargés qui sont les plus sensibles au gros temps. Les navires ayant leur plein chargement se soulèvent beaucoup moins à la lame et sont « mangés » par la mer, qui peut leur faire des avaries graves. On n'a pas oublié le naufrage dans le golfe de Gascogne du transport de l'Etat *La Vienne*, naufrage qui n'aurait probablement pas eu lieu si le navire avait été moins chargé!

Ces erreurs maritimes auraient sans doute été évitées si l'Office national météorologique avait consulté les spécialistes. Elles montrent en tous cas — ce que les marins ne savent que trop — que les choses de la mer sont insuffisamment connues en France, même dans les milieux scientifiques. J. R.

Photographie

Recherches sur le développement-fixage. — Depuis les travaux de MM. Otsuki et Sutsuki, récemment complétés par MM. Lumière et Seyewetz, le développement-fixage a cessé d'être une utopie. Les formules indiquées par ces auteurs (1), à base de métoquinone ou de chloranol associé à un alcali caustique, donnant des résultats satisfaisants, M. L.-J. Bunel a cherché s'il n'était pas possible d'en obtenir d'aussi bons en partant d'un autre révélateur, et notamment le diamidophénol.

M. V. Crémier, un des promoteurs du développement-fixage, avait employé ce révélateur ; mais les formules qu'il indiquait ne fournissaient que des images médiocres. M. Bunel a trouvé un moyen d'accroître considérablement l'énergie du bain primitivement proposé : c'est d'y ajouter quelques centièmes d'acétone. Une solution contenant seulement 0,5 pour 100 de diamidophénol, 3 pour 100 de sulfite de soude anhydre et 5 cc. d'acétone constitue un développateur si énergique que son usage courant n'est pas à conseiller. Si l'on y ajoute de l'hyposulfite, sa rapidité se trouve atténuée, et l'on a ainsi un bain qui convient parfaitement à l'exécution simultanée du développement et du fixage.

La formule recommandée par M. Bunel est la suivante :

Eau	1.000 cc.
Diamidophénol	5 gr.
Sulfite de soude anhydre.....	30 gr.
Acétone	80 cc.
Hyposulfite de soude cristallisé.	50 gr.

Ce bain développe et fixe d'une façon qui peut soutenir favorablement la comparaison avec celui de MM. Lumière et Seyewetz au chloranol. L'intensité générale du cliché est un peu supérieure, et meilleure est la venue des détails dans les parties les moins posées. Le voile est complètement absent.

Comme toutes les autres formules de développement fixage, celle de M. Bunel réussit mieux avec les négatifs largement posés. Les sujets à fortes oppositions, exposés pour les parties les moins éclairées, fournissent d'excellents clichés, pas trop heurtés et sensiblement exempts de halo. Les plaques diapositives à tons noirs s'accommodent particulièrement bien du développement-fixage au diamidophénol, et l'automatisme de l'opération rend le travail expéditif et facile.

Dans le dessein d'améliorer les résultats obtenus en cas de sous-exposition, M. Bunel a essayé de substituer à l'acétone un alcali caustique : mais, même en limitant la dose d'alcali à la quantité exactement nécessaire à la mise en liberté de la base du chlorhydrate, l'auteur n'a pu obtenir de bons résultats : l'intensité reste médiocre, et le voile ne peut être évité. Le sujet mérite toutefois de faire l'objet de recherches nouvelles.

E. C.

(1) V. *Revue Scientifique*, 12 mars 1921, p. 113. — Cf. *Bulletin de la Société française de photographie*, juin 1921, p. 193. — E. Coustet, *Traité général de photographie en noir et en couleurs*, p. 166-168 de la 6e édition (Delagrave, éditeur, 1921).

Anthropologie

Le crâne fossile de Broken Hill (Rhodesia). — On sait que la race néanderthaloïde qui vivait à l'époque moustérienne (il y a quelque 30.000 ans) possédait des caractères crâniologiques si spéciaux qu'il est assez facile de l'identifier quelles que soient les conditions dans lesquelles les ossements sont trouvés. Les exemples les plus connus sont : la voûte cranienne du Néanderthal, les crânes de la Chapelle-aux-Saints, de la Ferrassie et de La Quina.

Le professeur Woodward, du British Museum, et plusieurs anthropologues anglais viennent de décrire les ossements et principalement le crâne d'un nouveau type de ce genre découvert dans les mines de Broken Hill (Rhodesia), au fond d'une étroite galerie longue d'environ 50 mètres. Il était encroûté dans un dépôt très consistant formé de carbonates de plomb et de zinc. La galerie était remplie d'ossements, la plupart brisés, d'animaux appartenant aux mêmes espèces que celles qui vivent encore aujourd'hui : éléphants, rhinocéros, hippopotame, ours, rongeurs, oiseaux, etc.

Il n'y avait aucune trace d'industrie humaine, à part deux ou trois broyeurs en grès, sans caractères spéciaux.

Ce crâne apporté à Londres a été offert par les propriétaires de la mine au British Museum. Ses caractères sont ceux du type néanderthaloïde, parfois même exagérés pour certains d'entre eux. C'est ainsi (fig. 8) que la face se projette en avant en formant une sorte de museau rappelant celui des singes. Ce museau présente en son milieu un orifice, coupé brusquement,

indiquant la place d'un nez très large; deux arcades sourcilières énormes, et formant une véritable visière, occupent la place du front.

Au cours d'une récente conférence faite à Londres, le professeur Woodward a fait remarquer que ce crâne a tout à fait l'aspect de celui d'un gorille.

Or, fait particulièrement intéressant, mais paradoxal, le crâne de Broken Hill, notablement inférieur par la face à ceux du type néanderthaloïde, leur est au contraire supérieur par d'autres caractères très importants. C'est ainsi que la voûte crânienne est moins aplatie, la projection en arrière de l'occipital un peu moins marquée et que le trou occipital est moins en arrière que chez les néanderthaloïdes classiques. Ce dernier point montre que l'homme de Broken Hill portait la tête moins basse et moins inclinée en avant que ne le faisaient les néanderthaloïdes purs.

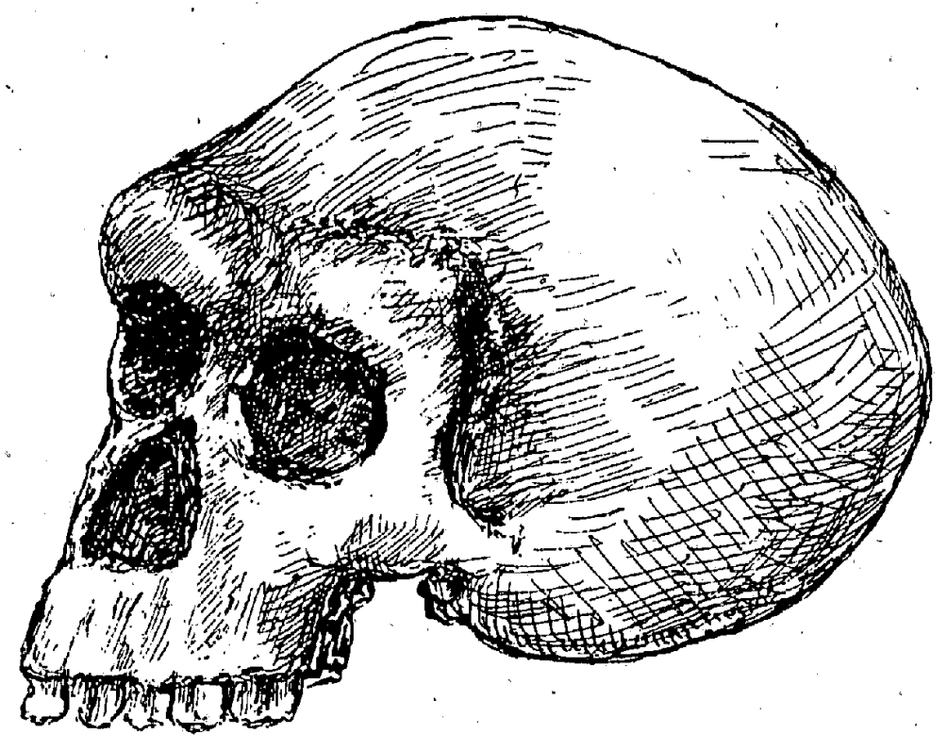


Fig. 8.

D'autre part les dents volumineuses présentent cependant des caractères tout à fait humains. Enfin, les membres au lieu d'être incurvés, larges et trapus possèdent également des caractères humains évolués.

Cette anomalie entre les caractères très primitifs de la face et ceux, au contraire, assez évolués du crâne et des membres constitue le très grand intérêt de cette pièce. Cette particularité n'a pas encore été observée jusqu'ici chez les autres crânes quaternaires.

Si l'on admet que nous nous trouvons ici en présence d'un indice d'évolution, on pourrait y voir un exemple de la façon dont a pu se faire le passage du type du Néanderthal au type plus évolué de Cro-Magnon (aurignacien) et de Chancelade (magdalénien). Et alors, cette particularité d'évolution parcellaire et dissociée des caractères morphologiques des crânes humains fossiles pourrait devenir une loi générale susceptible d'être appliquée à l'interprétation du fameux crâne quaternaire de Pietdown, mais en faisant remarquer toutefois que malgré l'évolution avancée, de ce dernier, la mâchoire (que le professeur Boule considère comme étant celle d'un singe) est encore très en retard puisque ses caractères sont tout à fait simiens et plus simiens même que ceux de tous les autres crânes humains quaternaires.

C'est d'ailleurs là une simple hypothèse que nous permet cependant d'émettre l'examen de la pièce fossile de Broken Hill dont les caractères d'évolution irrégulière (comme l'a dit M. Osborn) sont nettement indiqués.

On pourrait aussi en inférer une parenté possible entre les crânes néanderthaloïdes du quaternaire inférieur et moyen et ceux de Cro-Magnon et de Chancelade, du quaternaire supérieur, à moins toutefois que pour le crâne de Broken Hill il s'agisse simplement d'un cas de métissage ! Le type néanderthaloïde restant toujours univoque sans parenté directe avec les crânes du quaternaire supérieur qui appartiendraient à une autre souche humaine. C'est là, on le sait, l'opinion généralement admise.

On voit donc le vif intérêt que présente le crâne de Broken Hill et les graves problèmes que soulève sa découverte.

Dr Capitan,
Professeur au Collège de France
et à l'Ecole d'Antropologie.

Chimie biologique

Recherches sur une diastase capable de souder des chaînes carbonées. — En étudiant l'action de la levure sur l'aldéhyde benzoïque en présence de sucre, MM. C. Menberg et J. Hirsch ont constaté qu'une partie seulement de cet aldéhyde est transformée en alcool benzylique et que la portion la plus importante donne naissance à un composé dont la molécule renferme neuf atomes de carbone. L'analyse de cette substance, ainsi que celle de quelques dérivés, a permis d'établir qu'il s'agit d'un alcool cétonique résultant de la soudure de l'aldéhyde benzoïque avec l'aldéhyde acétique qui prend naissance dans la fermentation du sucre. Cet alcool cétonique est optiquement actif ; sa constitution correspond à une des formules suivantes : $C^6H^5CO.CH.(OH)CH^3$ ou $C^6H^5CH(OH)CO.CH^3$ (*Bulletin de l'Institut Pasteur*, 15 *juin* 1921).

Cette synthèse peut être effectuée aussi bien par les extraits diastasiques de levure que par la levure vivante ; elle est le fait d'une diastase pour laquelle les auteurs proposent le nom de « carboligase ». La soudure de l'aldéhyde benzoïque et de l'aldéhyde acétique ne se produit pas quand on fait agir la levure, vivante ou desséchée, sur le mélange des deux aldéhydes ; la formation de l'alcool cétonique n'a lieu que lorsque l'aldéhyde benzoïque se trouve en présence d'acétaldéhyde à l'état naissant. Cette condition n'est pas seulement réalisée quand la levure agit sur l'aldéhyde benzoïque et le sucre mais également quand ce dernier est remplacé par l'acide pyruvique. Cette particularité est une nouvelle preuve de l'importance de ce dernier dans la fermentation du sucre par la levure, comme terme intermédiaire précédant l'alcool. A. B.

Biologie

Le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez les Poissons et les Batraciens. — Les caractères sexuels secondaires du mâle, chez les Mammifères, comme l'ont montré Bouin et Ancel, et nombre d'auteurs depuis, sont sous la dépendance des hormones sécrétées par le tissu interstitiel de la glande génitale. Nous avons relaté ici même diverses expériences, celles de Pézard entre autres, en ce qui concerne les Oiseaux. Deux histologistes de Strasbourg, M. Courrier et M. Aron, attachés à l'Institut d'histologie de la Faculté de médecine, ont repris la question, le premier relativement aux Poissons, le second, aux Batraciens Urodèles. (*Comptes-rendus de la Société de Biologie*, t. LXXXV, n° 27).

M. Courrier a étudié l'Épinoche, *Gasterosteus aculeatus*, dont le mâle possède, à l'époque de la reproduction, des caractères sexuels secondaires bien marqués, en particulier le ventre d'un rouge écarlate. Or, la glande génitale mâle de ce Poisson présente une évolution cyclique fort curieuse. Au début de mars, les tubes séminifères, distendus par les divers éléments de la lignée séminale, sont étroitement appliqués les uns contre les autres, les espaces intertubulaires sont presque virtuels et on n'y rencontre guère de cellules interstitielles. Mais, lorsqu'on examine la même glande au début d'avril, quand la spermatogenèse est achevée, on constate que les tubes sont maintenant écartés les uns des autres, et que de nombreuses cellules, chargées de mitochondries et de grains de secrétion, remplissent les espaces intertubulaires. Ces cellules se rangent autour de capillaires sanguins qui sont à ce moment très abondants; bref, il s'est développé une véritable glande interstitielle qui fonctionne activement. Et comme les caractères sexuels secondaires apparaissent précisément à cette époque, M. Courrier conclut que les Poissons, du moins l'Epinoche, possèdent une glande interstitielle comme les Mammifères, mais qui ne se différencie qu'à une période déterminée et n'a qu'une durée limitée ; les cellules de cette glande déversent des hormones qui déterminent l'apparition des caractères sexuels secondaires. M. Courrier insiste sur le synchronisme parfait entre les deux phénomènes. D'autre part, les rares Epinoches qui, en mai et en juin, ne présentent pas de livrée nuptiale, n'offrent pas non plus de cellules interstitielles, bien que les autres éléments de leur glande mâle aient un aspect normal ; ce seraient donc bien ces cellules, et non pas les éléments de la lignée spermatique, qui assurent la fonction endocrine de l'organe.

Chez les Batraciens, les choses se présentent autrement. M. Aron a étudié à cet égard le Triton crêté, dont on sait la magnifique parure nuptiale; elle apparaît au début du printemps, et disparaît vers mai-juin. Or, à aucun moment de l'année, l'examen histologique ne révèle dans la glande mâle l'existence d'un tissu interstitiel. Cependant, à sa surface, au niveau du hile, on aperçoit, précisément à l'époque des amours, un tissu riche en enclaves lipoïdiques. Ce tissu, par sa localisation et par sa genèse, qu'a étudiée M. Aron, est bien différent du tissu interstitiel des Mammifères; mais, de par sa fonction, il en serait l'homologue. En effet, comme le montre M. Aron, il y a synchronisme étroit entre son développement et celui des caractères sexuels. En outre, quand on détruit, par galvano-cautérisation, le tissu paratesticulaire, les caractères sexuels s'atrophient; mais ils restent intacts quand le tissu n'est détruit que partiellement.

A. Drz.

Variétés

A propos d'un projet de Calendrier mensuel fixe (1). — Le Calendrier grégorien, actuellement en vigueur dans la majorité des nations civilisées, a suscité de nombreux projets de réforme, parmi lesquels celui plus récent de M. René Baire se présente comme un des meilleurs. Il réalise, en effet, un progrès notable en assurant une correspondance rigoureusement fixe entre les quantièmes du mois et les jours de la semaine (tout en maintenant le nombre actuel des mois, qu'il convient de conserver) et en rendant les mois égaux à un jour près, seulement. Ce projet n'assure pas, cependant, un équilibre parfait dans la distribution des jours de l'année entre les mois, les trimestres et surtout les semestres, comme cela a lieu dans tous les projets à jours hors cadre (*un* ou *deux* jours hors cadre au maximum) du type Nicora, Armelin, Grosclaude, Flammarion, etc. Néanmoins, l'écart d'un seul jour, au maximum, entre un même quantième de l'actuel et du nouveau Calendrier pourrait, à la rigueur, compenser, au moins en partie, cet inconvénient : cela même si, par l'introduction d'une nouvelle période de *six* jours, dite encore « semaine », on ajoutait de nouvelles anomalies à celles qui existent aujourd'hui pour les quatre derniers mois de l'année.

Mais il ne faut pas oublier, au cours d'une pareille étude, de tenir compte aussi de tous les avantages, même des préjugés, que comporte l'état actuel des choses ; il faudrait nécessairement les sacrifier, pour obtenir les résultats dont nous venons de parler, parce que le projet Baire, faut-il le rappeler, est fondé essentiellement « sur une modification radicale de la semaine, qu'on réduit en général à six jours, sauf à la laisser parfois à sept », et le jour qui, dans le cas général, est supprimé est le samedi : « il n'y a pas de samedi du 1er au 30 » de chaque mois (voir *Revue Scientifique* 1921, page 233, première colonne).

Or, si le monde civil ne voit pas d'inconvénients dans l'abandon de la continuité *absolue* de la semaine, et aussi, peut-être, dans la modification radicale de la semaine de sept jours, il n'en serait certainement pas de même pour le monde religieux, en ce qui concerne l'adoption d'une semaine de six jours, au lieu de sept. Le monde religieux est déjà opposé, tout au moins en principe, à l'abandon même de la continuité *absolue* de la semaine : les autorités dirigeantes des groupements confessionnels (en particulier, des religions judéo-chrétiennes), qui s'appuient sur la Bible et sur la tradition, exerceraient une opposition absolue à ce raccourcissement de la semaine de sept jours. Cette opposition serait moins vive dans le cas du projet à *un* ou *deux* jours hors cadre, du type que j'ai rappelé ci-dessus, ne rompant pas la continuité absolue de la semaine que, par exception, *une* ou *deux* fois, au maximum, par an, tout en respectant encore la périodicité actuelle et traditionnelle de sept jours : cette périodicité n'étant respectée dans le projet Baire que par exception cinq ou six fois, au maximum, par an, pendant que la série continue des périodes de six jours (nouvelles semaines par lui introduites) est interrompue le même nombre de fois par an, au lieu d'une ou deux fois, au maximum, seulement.

Les deux jours hors cadre, jours fériés simplement nommés « jour de l'an » et « jour bissextile » (jour O et jour Obis), placés immédiatement avant le 1er janvier et le 1er juillet (le dernier seulement dans les années bisextiles), n'introduiraient d'ailleurs aucun inconvénient trop grave, ni même de la confusion, parce qu'ils sont bien spécifiés et déterminés par ces simples dénominations (ou notations) : cela les distingue aisément des autres jours de l'année, soit ordinaire, soit bissextile. Même en ce qui concerne le point de vue financier (questions financières) l'adaptation ne serait pas impossible, surtout en raison du caractère férié de ces deux jours, qui ne représentent

(1) Remarques relatives à l'article publié par M. le Professeur René Baire (*Revue Scientifique*, 1921, page 233.)

environ que le 1/300 de la durée d'une année, en moyenne :

$\frac{1,2425}{365,2425} = 0,0034$, soit 0,34 %, c'est-à-dire environ 1/300.

Ces diverses raisons conduisent à conclure que la solution la meilleure et la plus rationnelle, suceptible d'être acceptée par les groupements les plus opposés au point de vue des opinions et des idées, serait celle préconisée dans les projets Nicora, Armelin, Grosclaude, Flammarion, etc. Ces projets, on le sait, comportent *tous* une année comprenant : 4 trimestres *égaux* de 91 jours (distribués en mois de 30, 30 et 31 jours) ; 52 semaines de 7 jours (13 semaines de 7 jours, par trimestre), soit de 364 jours plus *un* jour hors cadre dans les années ordinaires, et *deux* lors des années bissextiles. Il serait même désirable, afin d'obtenir une concordance plus parfaite entre les 4 saisons et les 4 trimestres de l'année, de supprimer, par exemple, 10 jours bissextiles dans une période de 40 ans.

Guiseppe GALLEANO.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Les Phosphates du Maroc . — Dans une Conférence, dont nous extrayons ce qui suit, prononcée le 26 mai 1921 à l'Association française pour le développement des Travaux Publics, M. A. Le Chatelier a résumé la question des phosphates du Maroc et montré que la mainmise de l'Administration sur leur exploitation paraissait devoir conduire à une solution bien aléatoire.

Les phosphates ont été signalés pour la première fois en 1872 par M. H. Le Chatelier, chargé, comme ingénieur des mines, d'accompagner la mission des cholts. Il avait reconnu des gîtes phosphatiers au Djebel Tuggurt près de Batna, et dans l'Aourès, comme en font foi les Annales des Mines.

C'est en 1920 que l'exploitation administrative des gisements fut envisagée. La revue *France-Maroc* l'annonça en ces termes : « Au cours d'un conseil administratif, pour lequel les chefs des différentes régions avaient été convoqués à Rabat, le Résident Général a fait connaître son intention de demander au Gouvernement de Paris l'autorisation de contracter un grand emprunt marocain se montant à 1 milliard 200 millions. »

Cet emprunt était destiné aux chemins de fer, au port de Casablanca, à la réalisation des divers projets en cours et « à l'exploitation des phosphates d'Oued Zem et d'El Boroudj, pour laquelle un total de 200 millions serait réservé. »

Pour rémunérer et amortir 200 millions, il faudrait exploiter 4 à 5 millions de tonnes c'est-à-dire plus du double de la production actuelle de tous les phosphates d'Algérie et de Tunisie qui renfermaient les plus puissants dépôts de toute l'Afrique du Nord avant que le Maroc eût fait connaître l'importance des siens par son projet d'emprunt de 200 millions.

On peut se demander ce que sera l'exploitation des phosphates du Maroc lorsqu'on songe que les gisements de l'Algérie et de la Tunisie utilisent six ports : Sfax Sousse, Tunis, Bizerte, Bône et Philippeville, avec sept voies ferrées de pénétration sans parler des transversales; et si cela suffit relativement pour les phosphates de Tunisie, ceux de l'Algérie sont encore loin de compte.

Avant le vote du Parlement sur l'Office des phosphates, les prospections particulières si nombreuses en 1919 et 1920, semblaient appelées à développer considérablement l'aire des phosphates exploitables. A partir du vote du Parlement le silence s'est fait sur ce qui n'est pas le plateau de l'Oued Zem et l'El Boroudj

Un gisement connu sous le nom de bassin des Gautours, sur la route de Mazagan à Marrakech, près du lac Lima, a une réelle valeur. A 50 kilomètres sud-ouest du gisement étendu, mais pauvre, de Chichaoua, le prolongement des filons de cette région a fourni des teneurs de 63 à 65 %. Bien des indices donnent à penser que des recherches méthodiques développeraient notablement l'étendue des dépôts exploitables. Mais depuis que les phosphates sont devenus administratifs, ils ne font plus parler d'eux en dehors de la zone autorisée.

L'Ouenza phosphatière par laquelle commence l'exploitation administrative occupe un plateau de 1000 kilomètres carrés. Les reconnaissances poursuivies par le service des Mines ont établi que le gisement se divise en deux branches inégales au nord d'El Boroudj ; la branche Est, moins large que l'autre, aboutit à l'Oued Zem. La branche ouest, trois fois plus large, s'étend vers Melgon à l'ouest de l'Oued Zem, dans la direction de Ber-Rechid, à 100 kilomètres environ de la côte; et il semble qu'au sud de Melgon, le gisement se prolonge dans l'ouest d'El Boroudj, sensiblement plus loin qu'on ne le croyait tout d'abord.

Les sondages multiples qui ont été effectués ont démontré la richesse des couches et il est acquis qu'on pourra extraire des milliards de tonnes de bonnes teneurs ; il est certain que le Protectorat n'a pas exagéré la valeur du gisement en estimant que la mise en exploitation pouvait représenter raisonnablemnt une dépense de l'ordre de grandeur de 200 millions.

Il reste à examiner comment cette manière de voir, justifiée dans son principe, va être appliquée dans la pratique.

Le plan primitif d'emprunts du Protectorat, tel qu'il avait été conçu à Rabat, s'est modifié à Paris. De 200 millions, la demande de crédits pour les phosphates est passée à 36 millions, mais avec des prévisions d'augmentation. Au début de 1921, les dépenses prévues étaient déjà de 37 millions. Les chemins de fer phosphatiers, incorporés au réseau général, n'y figurent d'ailleurs pas, bien entendu ; de sorte qu'en tenant compte de toutes les charges afférentes à la mise en valeur des phosphates, l'addition totale représente beaucoup plus d'une quarantaine de millions.

C'est dans ces conditions que depuis le mois d'octobre 1920, l'exploitation des phosphates du Maroc relève d'un Office, c'est à dire d'une institution administrative dotée, par le vote sur l'emprunt, d'un capital de 36 millions, sur lequel les ouvertures de crédits à la disposition de l'Office ont été de 1 million pour 1920 et de 4 millions pour 1921.

On a beaucoup épilogué sur les raisons d'être de cette création étatiste, si contraire aux orientations de l'opinion publique. Aujourd'hui, on considère comme fait acquis que les revendications de l'Angleterre ne se prêtaient pas à d'autres dispositions .

En réalité, il faut, dans l'histoire diplomatique des phosphates, distinguer deux ordres de faits :

Au point de départ, le retrait des projets d'adjudication, préparés à la fin de 1919, en raison des risques de mainmise étrangère que nous eût fait courir le change. Cette mesure était indispensable. On ne peut que féliciter le Protectorat de l'avoir appliquée catégoriquement. Elle était aussi nécessaire que celle qui fut prise au lendemain de la déclaration de guerre contre les Allemands du Maroc.

En ce qui concerne l'intervention des « revendications diplomatiques » comme cause déterminante de la création d'un Office administratif, au lieu d'une régie industrielle, deux faits semblent justifier un peu de scepticisme.

A l'origine, on a mis en avant l'Amérique comme l'Angleterre. Et au commencement de juin, le voyage au Maroc d'un représentant de la banque Pierpont Morgan a servi un moment d'argument pour incriminer les Etats-Unis. Cela ne tenait pas. Vérification faite, la banque Pierpont Morgan n'avait envoyé un agent au Maroc que pour faire les offres de services les plus sympathiques.

« En ce qui concerne l'Angleterre, ses « revendications diplomatiques » paraissaient déjà incontestables au commencement de juin. On en faisait état comme d'un verset du Coran. Mais, au même moment, un représentant particulièrement qualifié du Foreign Office au Maroc n'en connaissait pas l'existence. « Est-il vrai, lui fut-il demandé, que votre département nous ait saisis de revendications diplomatiques ? » Il répondit : « Revendications diplomatiques ? A ma connaissance, non. Mais notre gouvernement s'est trouvé sollicité à Londres par des intérêts particuliers anglais du Maroc. Ces intérêts s'estimaient lésés par la nouvelle réglementation de l'exploitation antérieure. Il est tout naturel que nous défendions nos nationaux. »

La conclusion de cet entretien avait été qu'une régie, faisant une petite place aux Anglais du Maroc, ne soulèverait aucune objection des Anglais de Londres. On peut croire que cette manière de voir était fondée, car elle a été reproduite cinq mois après par l'*Association britannique du commerce marocain*.

Si des « revendications diplomatiques » se sont produites par la suite, il ne s'était encore produit en juin que des réclamations commerciales, faciles à régler, et c'est alors que la création de l'Office a été décidée. Quelle était donc la cause profonde du parti pris d'étatisme opposé à l'idée de la régie ?

Une publication de *Chimie et Industrie* a mis dans le domaine public que le Résident général avait été saisi d'un projet de régie co-intéressée dont voici les grandes lignes :

La régie eût été au capital de 300 millions, dont 100 millions d'actions d'apport attribuées au gouvernement marocain, et confiées à une « Caisse de Crédit de la régie », dotée de telle sorte qu'elle eût fait immédiatement au Protectorat une avance sur titres du montant de sa part, c'est-à-dire de 100 millions. A cet effet, la régie, au profit de laquelle le gouvernement marocain eût consenti le rachat de tous droits d'entrée et de sortie moyennant une redevance de 10 % sur son chiffre d'affaires, eût versé d'avance à la « Caisse de Crédit » 100 millions à valoir sur le montant ultérieur de ses redevances, en renouvelant ses versements par grandes tranches, payées d'avance au fur et à mesure des balances.

Ces perspectives pouvaient paraître plus excessives qu'insuffisantes. L'administration marocaine, représentée successivement par deux chefs de service différents, a cependant répondu sans hésiter : « C'est trop peu. Nos phosphates valent beaucoup plus. »

L'objection diplomatique a été le prétexte de l'étatisme phosphatier, et sa cause réelle, la foi de l'administration dans l'immensité de l'avenir des phosphates. Elle leur avait attribué une valeur justifiant un engagement de dépense de 200 millions. Les dispositions du Parlement ne permettent pas d'aller si vite. Peu importe. Il ne faut pas abandonner les phosphates à une exploitation privée. Quelle que soit cette exploitation, elle ne paierait pas assez. Seule l'administration pourra extraire de l'Eocène les tonnes d'or déposées par les pachydermes, les sauriens et les oiseaux tertiaires à destination du Trésor chérifien.

Après avoir examiné ce que pourra être le mode administratif d'exploitation des phosphates, M. A. Le Chatelier ajoute :

Voyons en effet comment se présentent les choses dans l'horizon actuel et comment elles se seraient présentées dans un horizon industriel.

Il existe de Casablanca à l'Oued Zem un petit chemin de fer militaire à voie de 0 m 60, unique, déjà utilisé pour les besoins de la colonisation, et qui, dans les meilleures conditions de rendement, fournira difficilement une évacuation de 100.000 à 150.000 tonnes. Voilà donc ce que le bassin de Bouj Niba fournira tant que cette voie ne sera pas remplacée par une voie normale.

Cette voie normale est prévue, mais pour intervenir à son rang dans le programme général des chemins de fer quand le grand réseau sera construit et quand le port de Casablanca sera terminé. Autant dire : Dieu sait quand. A ce moment, l'évacuation de Bouj Niba à la côte, même en voie unique, pourra atteindre 2 millions de tonnes. Il ne manquera plus qu'un port pour les embarquer, et ce ne sera pas Casablanca, puisque Casablanca ne pourra prendre qu'une fraction de 1 million de tonnes. On sentira alors la nécessité de faire un embranchement de Ber Rechid sur Fedhala. Mais c'est par là qu'une entreprise industrielle eût commencé.

Si au lieu de naître dans un berceau d'hypothèques étatistes, l'exploitation était industrielle et commerciale, elle ne perdrait pas son temps à faire du petit tonnage d'exposition, de publicité, par la voie de 0 m 60. Avec cette voie de 0 m 60, elle construirait un véritable chemin de fer minier, comme celui de la Compagnie de Gafsa, et un chemin de fer à l'américaine, avec des estacades en bois en attendant les ponts définitifs, et de la construction pour transport de minerais. Elle dirigerait en outre ce chemin de fer, non vers le port encombré d'avance de Casablanca, mais vers le port libre et à pied d'œuvre de Fedhala. Et alors, l'évacuation pourrait atteindre 2 millions de tonnes dans trois ans.

Trois ans, c'est le délai demandé un moment pour la mise en exploitation complète des phosphates. Mais l'administration, plus réservée que l'Etat chérifien, disait déjà : « Ne promettons pas plus de 500.000 tonnes dans cinq ou six ans. Ce sera déjà bien beau ». Et maintenant elle dit : « Soyons sérieux. Vous voulez 2 millions de tonnes ? Eh bien, nous vous les promettons dans vingt ans ». C'est l'embouteillage dans la durée, comme il y a l'embouteillage dans l'espace.

Pour la région d'El Boroudj, même servitude que pour l'Oued Zem. Que le chemin de fer de Casablanca à Marrakech fonctionne, et on verra comment évacuer

les phosphates du Sud jusqu'à cette grande artère, puis, par un prolongement éventuel, jusqu'où il conviendra : à Mazagan ou ailleurs.

Une exploitation industrielle ferait exactement le contraire : elle prendrait instantanément Mazagan pour troisième port, et pousserait une voie minière à grand rendement vers El Boroudj, ou ses avancées.

Les deux conceptions s'opposent : la conception étatiste attache une telle valeur aux phosphates marocains qu'elle les met précieusement en conserve pour en évacuer 2, 3, 4 millions de tonnes dans 15 ou 20 ans, si tout va bien, en vertu de la subordination de leur exploitation aux thèmes officiels de la hiérarchie des ports, et de la hiérarchie des transports.

La conception anti-étatiste a dit, et dirait encore à l'Etat marocain : « Ne transformons pas des réclamations commerciales en revendications diplomatiques. Jugez simplement ce que valent vos phosphates, et, le prix fait, laissez-nous agir. Nous évacuerons indifféremment, par Casablanca bien entendu, et le plus possible, par Mazagan, par Fedhala, et par tout ce qui se présentera à portée, au moyen de chemins de fer miniers, construits à prix de revient minimum pour trafic maximum. Vous verrez ainsi sortir bien avant 1930 les millions de tonnes que vous vous préparez à attendre jusqu'en 1940. »

A la suite de la conférence de M. A. Le Chatelier, le vœu suivant a été adopté à l'unanimité par l'assemblée :

« L'Association Française pour le développement des Travaux Publics émet, à l'unanimité des membres présents, le vœu qu'une enquête approfondie fasse connaître au Parlement le tonnage que pourraient fournir les Phosphates du Maroc, et ce qu'ils sont appelés à fournir dans la limite des programmes actuels des ports et des voies ferrées ». L. Ft.

Marine

Le port de Brest. — La situation du port de Brest lui permet de devenir un port transatlantique de choix pour les relations rapides.

M. Gaston Cadoux, qui déjà avait attiré l'attention sur l'évolution possible de ce port, dès 1902, vient de donner quelques nouvelles précisions sur ce sujet. La question est d'autant plus à l'ordre du jour que depuis la paix une guerre de tarifs est déclarée entre les compagnies américaines et françaises.

La traversée Brest-New-York étant la plus courte, une ligne ayant sa tête à Brest semble vouée à un certain avenir.

Quant aux possibilités matérielles, elles se sont accrues de ce fait que Brest, qui, avant la guerre n'avait que 1.900 m. de quais pour navires d'un tirant d'eau de 6 m. 50 à 9 m. 50, s'est enrichi de 450 mètres de quai accessible aux paquebots de 10 m. de tirant d'eau. De plus, 21.000 m. de voies ferrées nouvelles ont été posées, soit le double de celles existant auparavant. Vingt-quatre grues à vapeur ont été installées (grues roulantes de 2.500 à 5.000 tonnes). Un ponton grue de 8 tonnes sur chaland en béton armé peut décharger en rade sur six chalands de 500 tonnes.

Ainsi doté, Brest a pu assurer les mouvements de 150.000 à 300.000 hommes par mois et les entrées annuelles ont dépassé 1 million de tonnes en 1918. De très grandes améliorations ont été réalisées pour les réparations.

De Brest à New-York, on compte 2.954 milles contre 3.130 du Hâvre à New-York et 3.063 de Saint-Nazaire à New-York. (*Economiste français*). L. R.

Génie rural

L'Electricité rurale. — M. Duperrier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées d'Eure-et-Loir, a fait à la Société des Agriculteurs de France (26-1-21) une importante communication sur l'emploi de l'électricité en agriculture. En Eure-et-Loir le Conseil général a mis à l'étude l'électrification générale des territoires agricoles, qui couvrent 450.000 hectares. Dans cette région, où l'on ne dispose pas de chutes d'eau, on fait appel à l'énergie thermique pour produire le courant à distribuer. La distribution se fera par un feeder triphasé à 60.000 volts, avec réseau secondaire à 30.000. Le réseau principal aura 165 kilomètres de développement et coûtera 7 millions de francs. La répartition du courant atteindra 400 communes du département. Un petit nombre d'associations dans lesquelles les populations sont groupées par commune, par canton, et qui formeront une coopérative agricole électrique, des syndicats intercommunaux, une société d'intérêt collectif agricole constituée selon la loi du 5 août 1920, tels sont les groupements et les subdivisions qui administreront la répartition de l'électricité. On prévoit une puissance de 5.000 kw pour les usages agricoles.

En présence de la subvention de 4 millions du Conseil général, et en compensation de cette avance, une redevance de 2 centimes par kw débité à 30.000 volts et de 20 francs par kw installé a été imposée aux usagers. On estime à 46 millions de francs la dépense à engager pour le réseau des 400 communes.

Dans les mailles les plus étroites du réseau, la tension sera de 5.000 volts. Les conducteurs employés seront en cuivre. Comme dans la plupart des cas, les quantités d'énergie à distribuer dans chaque agglomération seront de l'ordre de 6 à 8 kw. et seulement dans quelques cas, de 15 à 20, rarement de 60 kw ; la tension de 5.000 volts permettra cependant d'utiliser dans la plus grande partie, des fils de section faible 3 m/m²5 soit 12/10 de m/m de diamètre par phase.

M. Duperrier fait ressortir avec beaucoup d'à-propos que l'agriculture met en œuvre une quantité d'énergie vraiment colossale. Une estimation fixe à 24 kwh par hectare l'énergie nécessaire pour la coupe des céréales, l'arrachage des pommes de terre et betteraves, le battage des grains ; à 70 kwh le travail des labours et façons superficielles du sol.

Il signale les labours électriques réalisés dans le Multien et sur le plateau de Saclay où deux treuils de 22 tonnes avec charrue balance à 4, 5 ou 6 socs, à la vitesse de 1 m. par seconde labourent 1/2 hectare à l'heure avec 3 hommes. D'autres matériels plus réduits ont aussi donné satisfaction. La voie des réalisations possibles est donc ouverte et on ne doit cesser d'insister, comme nous l'avons déjà fait, pour que l'agriculture soit dirigée vers un mode de culture mécanique qui *évitera l'emploi d'un combustible coûteux importé.*

Dans l'ensemble, d'après M. Duperrier, on peut évaluer à 26 à 28 kwh par hectare l'énergie nécessaire dans les campagnes et à 20 à 22 seulement si l'on n'y fait pas de culture intensive. Sur ce total l'éclairage prendrait 6 à 8 kwh par habitant.

D'après les études des prix de revient il a été possible de fixer, au moment où elles ont été faites (1920), les prix de vente suivants pour éclairage, 1.80 et 1.95

le kwh ; force basse tension, 1.15 et 1.25 le kwh ; force haute tension, 0.72 et 0.82 le kwh, dans une installation de puissance moyenne (15 kw) utilisant l'énergie 1.000 heures par an.

Dans sa séance du 11 mars 1921, la Société des Agriculteurs de France a émis deux vœux tendant : 1° à attirer l'attention des agriculteurs sur l'intérêt qu'ils ont à participer à la création de réseaux d'énergie électrique ; 2° à encourager et à conseiller une utilisation de la houille blanche pour les besoins agricoles, une étude de l'utilisation de l'énergie électrique en agriculture, une coopération des syndicats et des associations agricoles pour la réalisation de ces études.

L. R.

Variétés

La mobilisation scientifique et technique. — Au dernier Congrès de la Chimie industrielle (octobre) MM. Ranc et Nauertz ont attiré l'attention sur l'organisation de la mobilisation scientifique pour la Défense nationale. N'oublions pas que les 30.000 chimistes allemands étaient, par leur carnet de mobilisation, affectés aux usines de guerre et que chez nous les 2.500 que nous possédions ont été envoyés dans les régiments. A côté de corps permanents d'ingénieurs de la Défense nationale, on créerait des ingénieurs réservistes et territoriaux. Le plan de cette mobilisation comporte cette question de personnel qualifié et d'autre part celle du matériel, des usines et des laboratoires. Un Conseil de la mobilisation scientifique et technique serait créé pour permettre une liaison intime, permanente et efficace entre l'armée d'une part, les sciences et l'industrie de l'autre, dans le but d'établir et de contrôler la mobilisation scientifique et industrielle. Ce qui s'est passé dans la Grande guerre ne doit plus se renouveler.

A. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La commission chargée de présenter une liste de candidats au siège d'Académicien libre, vacant à la suite de la mort de M. Carpentier, est présidée par M. Emile Bertin, président de l'Académie; elle se compose en outre de deux Académiciens libres, M. le maréchal Foch et M. le comte de Gramont, de MM. Emile Picard, Appell, Moureu et Le Chatelier. Voici, par ordre alphabétique, la liste des six candidats :

MM. De Broglie, le Dr Jean Charcot, le professeur Desgrez, Maurice d'Ocagne, Séjourné et Trillat. L'élection aura lieu le 30 janvier.

— M. le président Bertin a annoncé la mort de M. Ciamician, associé étranger, professeur de Chimie à l'Université de Bologne, décédé le 2 janvier.

— MM. Roux, Schlœsing, Maquenne, Leclainche, Viala et Lindet, membres de la section d'Economie rurale, sont désignés pour faire partie du Conseil de « l'Institut des recherches agronomiques » organisé par le décret du 26 décembre.

— Dans la séance du 23 janvier, le président a fait connaître la mort de M. Jordan, doyen de la section de géométrie, à laquelle appartenait l'éminent mathématicien depuis l'année 1881.

Bureau des longitudes. — Voici la composition du Bureau pour l'année 1922 ; Président, M. Hamy ; Vice-Président, M. Picard ; Secrétaire, M. Jobin, artiste titulaire.

Hôpitaux de Paris. — M. Hutinel a été promu commandeur de la Légion d'honneur ; M. OEttinger, officier ; MM. Rivet, Lereboullet, chevaliers.

Société Géologique de France. — Les élections qui viennent d'avoir lieu ont porté à la présidence M. Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences ; à la vice-présidence, M. Paul Lemoine, professeur au Muséum, MM. Cossmann, Revil, Pereira de Souza.

Le nombre des votants présents ainsi que l'accroissement des membres prouve la vitalité croissante de cette très ancienne société savante.

Institut des recherches agronomiques. — M. Roux, Docteur ès-sciences, directeur des services sanitaires et scientifiques et de la répression des fraudes, est chargé des fonctions de directeur du nouvel Institut des recherches agronomiques, rattaché à son service.

Laboratoire de toxicologie de la préfecture de police. — M. Kohn-Abrest est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Navigation aérienne. — Un concours pour la nomination d'un inspecteur radio-électricien du service aura lieu le 22 mars 1922. Le programme sera envoyé aux candidats qui en feront la demande à l'adresse : 2, boulevard Victor.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Le crédit de matériel porté au budget de 1922 est de 7.185.000 francs, alors qu'en 1914, il n'était que de 2.501.000 francs. La part des Facultés et des Laboratoires est de 4.189.000 francs.

L'Université de Paris dispose de 3.150.000 francs pour tous ses services ; la somme de 1.031.000 francs est affectée à la Faculté des Sciences.

— Les Facultés des Sciences des départements n'ont pas été oubliées : Bordeaux, 90.000 francs ; Marseille, 85.000 francs ; Grenoble, 76.000 francs.

— Le Collège de France obtient 224.000 francs ; le Muséum 228.000 francs. En 1914, les crédits n'étaient que de 55.000 et 48.000 francs.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de thèses.* — Pour le Doctorat ès-Sciences physiques, le 26 janvier, M. Toporescu : « Entraînement de corps solubles par certains précipités. »

Pour le Doctorat ès-Sciences naturelles, le 26 janvier, Miss Mellor : « Lichens vitricoles et la détérioration des vitraux d'église. »

Jubilé scientifique de M. Henry Le Chatelier. — Le dimanche, 22 janvier, à l'amphithéâtre de Chimie de la Sorbonne, M. Henry Le Chatelier a reçu la médaille d'or, gravée à son effigie à l'occasion du cinquantenaire de sa sortie de l'Ecole Polytechnique. Ses amis, ses élèves et ses admirateurs ont ainsi voulu rendre hommage à l'éminent savant et professeur.

M. Noblemaire, président du comité jubilaire, a, dans un discours applaudi, retracé la vie et l'œuvre du Maître et parlé de son brillant enseignement à l'Ecole des Mines. Il a insisté plus particulièrement sur les travaux de mécanique chimique, qui ont donné une orientation nouvelle à la Chimie et qui ont exercé une influence bienfaisante sur les progrès de l'Industrie.

M. Molliard, doyen de la Faculté des Sciences, a rendu hommage à l'œuvre du professeur qui est le digne successeur des Thénard, Dumas et Ste-Claire Deville.

Parmi les notabilités qui assistaient à cette fête universitaire, se trouvaient : M. Bertin, président de l'Académie des Sciences ; MM. Emile Picard et Lacroix, secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences ; MM. Moureu, Haller, Tissérand, Lecornu, Charpy, De Gramont, membres de l'Académie des Sciences, les professeurs de la Faculté des Sciences, les représentants les plus autorisés de l'industrie métallurgique, qui doit tant à M. Le Châtelier.

M. Travenster, professeur à l'Université de Liège, a remis à M. Le Chatelier le diplôme d'ingénieur *honoris causâ* de la Faculté technique wallonne.

M. Henry Le Chatelier, après avoir remercié les membres du comité, se déclare heureux « d'avoir pu ajouter quelques maillons à la chaîne solide et durable des découvertes scientifiques, la science étant éminemment une œuvre collective, forgée par le travail continu et méthodique des savants. »

Ajoutons qu'une somme de 100.000 francs, reliquat de la soucription internationale ouverte sur l'initiative des élèves et amis de M. Le Châtelier, sera offerte à l'Académie des Sciences, pour la création d'une bourse de recherches industrielles.

Faculté de médecine. — Madame Georges Dieulafoy, veuve du regretté professeur, a fait don d'une rente de 26.000 francs à répartir ainsi :

8.000 francs à la clinique médicale de l'Hôtel-Dieu; cette chaire qui fut illustrée successivement par Trousseau, puis par Georges Dieulafoy, son élève, a, pour titulaire actuel, le professeur Gilbert.

8.000 francs à la clinique médicale de l'hôpital Cochin, dirigée par le professeur Widal, qui fut l'élève préféré de Georges Dieulafoy ;

5.000 francs à la clinique médicale de l'hôpital Saint-Antoine (professeur Chauffard) ;

5.000 francs à la chaire de pathologie interne, dont le titulaire est le professeur Rénon, ancien élève de Georges Dieulafoy.

— Par 37 voix sur 38 votants, M. Henri Claude, professeur agrégé, médecin de l'Hôpital Saint-Antoine, a été présenté par le Conseil de la Faculté, pour la chaire de psychiâtrie, en remplacement du professeur Dupré.

Collège de France. — M. Chaudron, Docteur ès-sciences, est nommé sous-directeur du laboratoire de chimie minérale du Collège de France. Nous rappelons que M. Dufraisse, Docteur ès-sciences, a été nommé sous-directeur du laboratoire de Chimie organique.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les Conférences publiques du dimanche ont commencé le 15 Janvier et se continueront dans l'ordre suivant :

15 Janvier. — M. Painlevé, membre de l'Institut : *La France en Extrême-Orient.*

22 Janvier. — M. Geoffroy-Saint-Hilaire : *Coup d'œil d'ensemble sur la Tunisie.*

29 Janvier. — M. Parmentier : *Le Chemin de fer de Bergen. La route mondiale pendant la guerre mondiale.*

5 Février. — M. Collette : *Le cinématographe éducateur.*

12 Février. — M. Nogaro : *L'immigration étrangère au point de vue économique et social.*

19 Février. — M. Moutier : *La reconstitution des industries de transport.*

26 Février. — M. Eisenmann : *La Tchécoslovaquie.*

5 Mars. — M. Germain-Martin : *L'or est-il une chimère?*

12 Mars. — M. Cuvelette : *La reconstitution de l'industrie minière.*

19 Mars. — M. Gilbert : *La reconstitution de l'industrie sucrière.*

26 Mars. — M. Herdner : *L'utilisation de la vapeur dans les locomotives modernes.*

2 Avril. — Général Ferrié : *L'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil.*

Ecole des Hautes Études. — M. Job, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, est chargé d'une conférence temporaire sur l'étude des lois de la Chimie (Ecole Normale).

— M. Brillouin est nommé président de la 2e section, en remplacement de M. Lippmann.

— M. Mangin est nommé président de la 3e section, en remplacement d'Edmand Perrier.

Université de Toulouse. — M. Paul Sabatier, membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences, est promu commandeur de la Légion d'honneur.

Université d'Alger. — M. Ardaillon, recteur, est promu officier de la Légion d'honneur.

Université de Strasbourg. — La scolarité, à l'Institut du pétrole, est de deux ans. Elle est réduite à une année pour les élèves pourvus du diplôme d'ingénieur chimiste ou de licencié. Les études sont sanctionnées par le diplôme d'études chimiques du pétrole, dont le programme a paru, en décembre 1921, dans le Bulletin administratif de l'Instruction publique. Les élèves peuvent suivre les enseignements de technologie et de dessin industriel de l'Institut de Chimie.

Institut d'enseignement commercial supérieur de Strasbourg. — L'Institut vient de recevoir sa consécration par le décret du 24 décembre. Cette création, due à l'initiative de la chambre de commerce, est ainsi reconnue officiellement.

Université russe de Prague. — Le Ministre tchécoslovaque, à la demande de professeurs russes, a autorisé la création à Prague d'une Université libre russe dont les diplômes ne seraient valables qu'en Russie.

Université de Lublin. — Un comité vient de se constituer, en vue de la création d'une Université nationale polonaise dans la ville de Lublin. M. le comte Maurice Zamoyski, ministre de Pologne en France, a souscrit pour une somme de 25 millions de marks. Des dons très importants ont été encore recueillis dans la province de Lublin. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du mardi 27 décembre 1921

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Borel.* **Les fonctions quasi analytiques de variables réelles.**

— *Maurice Gevrey.* **Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles d'ordre $2p$ à n variables admettant une famille multiple de caractéristiques d'ordre p.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Gaston Bertrand.* **L'équation de Fredholm et les masses statiques de la première sorte.**

MÉTROLOGIE. — *Ch.-Ed. Guillaume.* **Déterminations fondamentales et vérifications récentes des mètres étalons.**

Les règles 26 et T_3 qui ont servi, ensemble et sépa-

rément, à toutes les comparaisons importantes effectuées au Bureau international, ont subi un allongement indiscutable, de l'ordre de 4 dixièmes de microns. Il est possible que cela tienne aux traits dont l'élargissement vers les bouts résulterait d'une usure provoquée par les nettoyages, les opérateurs ayant une tendance naturelle à effectuer de préférence les mouvements dirigés vers les extrémités de la règle.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *D'Azambuja* (prés. par M. Deslandres). **Sur un mode de représentation graphique des filaments de la couche supérieure de la chromosphère solaire.**

Ces filaments sont relevés dans les photographies obtenues avec le spectrohéliographe et marqués sur un planisphère, ce qui permet de suivre leurs déplacements. On a déjà pu reconnaître, dans une révolution synodique de 27,3 jours de durée, que 20 pour 100 environ des filaments étaient animés d'une translation générale, alors que les autres ne présentent pas de mouvements sensibles.

THERMODYNAMIQUE. — *Jean Villey* (prés. par M. J. Violle). **La liquéfaction adiabatique des fluides.**

Les résultats auxquels est arrivé M. Bruhat, (à savoir : 1° que la chaleur de vaporisation d'un liquide tend, au zéro absolu, vers une limite L non nulle ; 2° que quel que soit l'état initial, une détente adiabatique suffisamment poussée doit toujours arriver à la liquéfaction, et même tendre vers la liquéfaction totale), sont d'accord avec les prévisions auxquelles conduit la conception cinétique.

ELECTRO-OPTIQUE. — *Louis de Broglie* (prés. par M. Deslandres). **Sur la théorie de l'absorption des rayons X par la matière et le principe de correspondance.**

Le principe de correspondance, envisagé comme principe statistique, conduit au calcul du coefficient A_k de la loi de Bragg-Pierce, auquel les expériences les plus récentes (Richtmayer, 1921) permettent d'attribuer la valeur : $2{,}29.\ 10^{-2}\,cm^{-1}$.

— *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen.**

Les résultats relatifs à l'or, au cérium et à l'antimoine modifient certaines conclusions énoncées par Hjalmar et confirment la remarque de l'auteur (C. R. t. 173, 1921, p. 1077) au sujet des propriétés chimiques particulières des éléments Cu, Ag, Au et « des atomes qui les suivent ».

PHYSIQUE. — *E. Carvallo* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Le problème de relativité dans les diélectriques.**

M. Carvallo calcule les deux forces induites par le déplacement relatif d'un diélectrique dans le champ électromagnétique d'inducteurs considérés comme fixes. Comme ces forces jouent un rôle fondamental dans le problème de la relativité en électromagnétisme, il y aurait intérêt à reprendre les expériences qui ont permis de les mesurer.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *R. Boulouch* (prés. par M. Brillouin). **Sur le problème de l'achromatisme.**

L'auteur donne trois équations qui permettent de résoudre tous les problèmes d'achromatisme de l'approximation de Gauss.

RADIOACTIVITÉ. — *Charles Staehling* (prés. par M. Haller). **Sur la radioactivité des oxydes d'uranium.**

Les oxydes noirs d'urane obtenus par carbonisation à haute température ne s'hydratent pas et leur radioactivité apparente ne décroît pas. Il n'en est pas de même des oxydes verts d'urane, qui s'hydratent lentement à l'air et perdent de leur activité. Des expériences sont poursuivies pour préciser la nature de l'hydratation et la manière dont elle agit sur l'activité.

MINÉRALOGIE. — *Alfred Schoep.* **Sur la kasolite, nouveau minéral radioactif.**

On trouve ce minéral à Kasolo (Katanga, Congo belge), à côté de la curite et de la chalcolite. Ses cristaux sont monocliniques et leur composition correspond à la formule : $3PbO,3UO^3,3SiO^2,4H^2O$.

MÉTÉOROLOGIE. — *Henry Hubert.* **Nouvelles recherches sur les grains orageux en Afrique occidentale.**

Les grains s'élaborent dans les régions soudanaises, à la limite commune de la mousson et de l'harmattan. Leur direction d'origine varie du NNE au SSE; ils se propagent avec une vitesse de l'ordre de 60 km. à l'heure. La ligne de grain peut s'allonger sur plus d'un millier de kilomètres et la trajectoire parcourue dépasser 2.000 km.

AÉRONAUTIQUE. — *Boel* (prés. par M. Charles Richet). **L'adaptation automatique de l'angle d'attaque du vol chez les organismes vivants (étude sur le mécanisme du vol naturel).**

Cette adaptation, chez les insectes et les oiseaux, consiste à orienter les surfaces de telle sorte que la résultante de la résistance de l'air passe par l'axe de rotation de chacune d'elles. R. Dongier.

CHIMIE. — *P. Woog* (prés. par M. Brillouin). **Relations entre les propriétés moléculaires et la capacité de fixation d'iode de certains hydrocarbures.**

La rigidité élastique des molécules qui, d'après l'auteur, est un des facteurs de l'onctuosité, est amoindrie par la présence des liaisons multiples. Des mesures d'indice de ces produits onctueux mettent ces relations en évidence.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Samec* et *Ssajeric* (prés. par M. Maquenne). **Sur la composition de l'agar.**

L'agar du commerce contient de l'acide sulfurique à l'état d'éther du gélose. Un atome-grammme de S correspondant à 9320 gr. de substance organique. correspond à 9320 gr. de substance organique.

A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *W. Kilian.* **Sur un problème de la tectonique des chaînes subalpines dauphinoises.**

La structure des chaînes alpines et subalpines présente au sud et au sud-ouest de Grenoble un certain nombre de dispositions anormales qu'il est difficile de faire cadrer avec la conception, peut-être trop simple, que l'on se fait actuellement de la structure de cette région. L'auteur se demande si ces dispositions tectoniques ne proviennent pas de l'existence d'une série d'écailles (ou *nappes*) postburdigaliennes *plongeantes* (écailles à *racines externes*), issues de la couverture, aujourd'hui disparue, de la chaîne de Belledonne et s'atténuant progressivement dans le Vercors méridional.

BOTANIQUE. — *Albert Petit* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur la cytologie de deux bactéries.**

L'une de ces bactéries est un nouveau bacille, de grandes dimensions, isolé du suintement muqueux d'un Marronnier; l'autre est une bactérie filamenteuse, trouvée dans des conduites d'eau. Dans les deux Bactériacées étudiées, le protoplasme se présente avec les mêmes caractères : c'est une masse spumeuse, renfermant, dans ses mailles, de nombreux grains sidérophiles. Ces recherches confirment celles de Schaudinn, Guilliermond, Dobell, etc.; elles sont en faveur de l'existence d'un noyau diffus dans la cellule des Bactériacées.

— *Lucien Daniel* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Nouvelles recherches sur les greffes *d'Helianthus*.**

L'auteur présente un certain nombre d'objections relativement aux conclusions formulées antérieurement par M. H. Colin et Mlle Y. Trouard-Riolle. Il démontre, par de nouvelles expériences, que la greffe entrave considérablement la fonction de réserve, et que la mise en réserve est toute différente chez les greffes à épibiote ne fabriquant pas d'inuline et chez celles dont l'épibiote et l'hypobiote en élaborent simultanément.

— *Louis Emberger* (transm. par M. Flahault). **Contribution à l'étude cytologique du sporange chez les Fougères.**

Les observations contenues dans cette Note démontrent que les cellules épidermiques des Fougères doivent subir des modifications profondes pour arriver à former un sporange. Ces modifications consistent en un *rajeunissement*. Elles démontrent en outre qu'un chloroplaste, même très différencié, peut revenir à l'état de mitochondrie dans les périodes de repos fonctionnel. Enfin, elles infirment chez les Fougères, au moins sur ce point, la théorie de la continuité du plasma germinatif de Sachs.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Maurice Nicloux* et *Georges Welter* (prés. par M. Widal). **Micro-analyse quantitative gravimétrique de l'urée. Application au dosage de l'urée dans 1 cm. de sang.**

Les auteurs ont appliqué les micro-méthodes de Pregl au dosage gravimétrique de l'urée, tout d'abord en solution aqueuse, et ensuite, les résultats ayant été remarquablement satisfaisants, dans le sang lui-même. Les expériences ont été complétées en dosant l'urée surajoutée à un sérum dont on connaissait la teneur en urée. Tous les résultats obtenus ont été, dans leur ensemble, absolument satisfaisants.

— *E. Aubel* (prés. par M. Charles Richet). **Attaque du glucose et du lévulose par le bacille pyocyanique.**

L'alcool, l'acide acétique et l'acide formique ont été rencontrés constamment dans les cultures sur les deux sucres. L'origine de l'alcool et de l'acide acétique doit être cherchée dans le méthylglyoxal ou plutôt un de ses dérivés, vraisemblablement l'acide pyruvique. Il y aurait transformation directe du méthylglyoxal ou acide acétique et aldéhyde formique, l'acide pyruvique conduisant aux deux acides acétique et formique.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés par M. F. Mesnil). **Sur une famille nouvelle d'Acinétiens, les *Sphenophryidæ* adaptés aux branchies des mollusques acéphales.**

L'espèce que les auteurs ont le plus complètement étudiée, *Sphenophrya dosinæ* n. g. n. sp., vit sur les branchies de *Dosinia exoleta*, Vénéridé commun dans les sables vaseux des grèves de Roscoff.

La persistance de la ceinture ciliaire et surtout l'existence de cils à l'état adulte, l'absence d'appareil tentaculaire, la présence d'une baguette de soutien, qui ne paraît pas être un dérivé de cet appareil, sont autant de caractères, uniques dans le groupe, qui justifient la création de la famille des *Sphenophryidæ*.

BACTÉRIOLOGIE. — *Paul Courmont, A. Rochaix* et *F. Laupin* (prés. par M. Widal). **Sur le rythme de la disparition de l'ammoniaque au cours de l'épuration des eaux d'égoût par les boues activées.**

Les auteurs concluent de leurs expériences que la disparition de l'ammoniaque, au cours de l'épuration des eaux d'égout par les boues activées, est fonction linéaire du temps.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière* (prés. par M. Roux). **Sur le mécanisme des accidents provoqués par l'injection de sérum d'épileptiques.**

Le sérum de certains épileptiques, injecté par voie intracardiaque à des cobayes, peut provoquer des accidents convulsifs susceptibles d'entraîner la mort de ces animaux. Le sérum de certains malades atteints de mal comitial ne provoque, sous l'influence de l'injection, que des secousses myocloniques siégeant surtout dans les muscles du cou, du tronc et quelquefois dans les muscles des membres. Le choc déclenché dans ces conditions relève d'un processus comparable à celui qui règle les chocs anaphylactiques et anaphylactoïdes. La comparaison des faits tend à démontrer que la cause déterminante des crises comitiales doit vraisemblablement être rapportée à l'excitation des centres par des floculats.

THÉRAPEUTIQUE. — *Léon Blum* (prés. par M. Widal). **L'action antiphlogistique des sels de calcium.**

Le mécanisme de l'action du calcium dans les phénomènes d'inflammation est identique à celui que l'auteur a trouvé à la base de son action diurétique, il déplace le sodium et avec ce minéral de l'eau; dans les hydropisies il résulte ainsi, par l'élimination rénale, une déshydratation ; il se produit, dans les phénomènes inflammatoires et par un mécanisme identique, la suppression des éléments nécessaires à l'inflammation.

On retrouve ici l'action antagoniste entre le sodium et le calcium et il y a lieu de penser que, parmi les multiples applications thérapeutiques du calcium, un grand nombre doit s'expliquer par un mécanisme analogue.

P. Guérin.

Séance du mardi 3 janvier 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel*. **Sur les familles quasi-normales.**

ALGÈBRE. — *A. Auric*. **Sur la généralisation des fractions continues.**

MÉCANIQUE. — *Gossot et Liouville* (prés. par M. Vieille). **Sur les principes de Balistique intérieure.**

Deux classes de théories sont en usage dans la Balistique intérieure : l'une adopte les données de l'expérience sur les propriétés des poudres et aboutit à des équations différentielles non intégrables ; l'autre effectue des retouches aux données de l'expérience afin d'obtenir des équations différentielles intégrables. En ce qui concerne la position du maximum de pression, les deux théories s'accordent pour l'éloigner de l'origine beaucoup moins que ne l'exigent les expériences.

PHYSIQUE. — *G. Sagnac* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Les invariants newtoniens de la matière et de l'énergie radiante, et l'éther mécanique des ondes variables.**

L'auteur précise quelques-unes des idées déjà énoncées par lui en 1919 et 1920 au sujet du *Vent d'éther*, qui traverse le globe terrestre en mouvement de translation avec le Soleil et en mouvement orbital annuel autour de cet astre.

H. Chaumat (prés. par M. Paul Janet). **Sur le galvanomètre balistique.**

Dans un galvanomètre à cadre mobile, l'élongation est donnée par la formule :

$$\theta = \omega_0 \sqrt{\frac{K}{c}} \left(m - \sqrt{m^2 - 1}\right)^{\frac{\omega}{\sqrt{m^2-1}}} \quad (m > 1)$$

lorsque la résistance du circuit est inférieure à la résistance critique ; et par la formule

$$\theta = \omega_0 \sqrt{\frac{K}{c}}\, e^{-\frac{m}{\sqrt{1-m^2}} \operatorname{arc\,tg} \frac{\sqrt{1-m^2}}{m}}$$

lorsque la résistance du circuit est supérieure à la résistance critique. Aucune discordance entre les données fournies par ces formules, à la résistance critique, ne se produit, contrairement à l'opinion émise par M. Germani (*Revue générale de l'Electricité*, 26 juillet 1914).

— *R. Jouaust* (prés. par M. Paul Janet). **Sur la réception des ondes entretenues par modulation.**

Pratiquement, les détecteurs utilisés en TSF ne redressent qu'une faible fraction du courant alternatif qui les traversent. Aussi est-il intéressant de rechercher un mode de réception basé sur un principe différent.

On peut réaliser de meilleures conditions en faisant varier périodiquement, avec un dispositif approprié, l'intensité du courant dans les organes récepteurs. La différence de potentiel aux bornes de l'appareil récepteur est appliquée entre le pôle négatif du filament et la grille.

Une différence de potentiel de haute fréquence est appliquée entre le filament et la plaque ; on l'obtient en réunissant d'une part la plaque, d'autre part le filament aux bornes du condensateur d'un hétérodyne ordinaire. Le téléphone est intercalé sur l'un des conducteurs assurant cette jonction. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Taffin* (prés. par M H. Le Chatelier). **Le recuit des verres.**

On mesure les biréfringences ; les formules de Kundt, modifiées par Adams et Williamson, s'accordent avec les résultats de l'expérience.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Fosse* et *Hieulle* (prés. par M. Haller). **Synthèse de l'acide cyanhydrique par oxydation, en milieu argentico-ammoniacal, d'alcools, de phénols et d'amines.**

En opérant sur quarante représentants de ces fonctions, on retrouve toujours la formation de l'acide cyanhydrique avec des rendements variables, lorsque l'on produit l'oxydation permanganique en présence d'azotate d'argent ammoniacal. Ce composé se présente chaque fois comme terme de passage constant.

A. Rigaut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Jean Effront.* **Sur les propriétés distinctives des amylases de différentes provenances.**

Les amylases de différentes provenances se distinguent par le rapport entre leur pouvoir liquéfiant et leur pouvoir saccharifiant, par l'intensité de leur pouvoir saccharifiant, par leur température optima, par leur action à la température de 20° et par leur résistance aux températures de 70°, 95° et 100°. La salive et les diastases des herbes portées à la température de 60° et plus montrent une sensibilité très grande aux effets de la filtration. Le passage par les pores du filtre régénère dans certains cas l'activité affaiblie sous l'action de la chaleur ; dans d'autres cas, il conduit à une action diamétralement opposée.

GÉOLOGIE. — *Louis Gentil.* **Sur l'âge des phosphates marocains.**

Les phosphates marocains sont, au moins en grande partie, crétacés, d'âge maëstrichtien et danien. Ils atteignent, en hauteur, le Montien, à l'extrême base du Tertiaire, le *Corax pristodontus* qui persiste dans le Montien, se trouvant dans les parties les plus élevées des couches phosphatées.

— *Pierre Viennot* (prés. par M. Pierre Termier). **Le contac anormal du Flysch nord-pyrénéen au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port.**

De nombreuses lames étirées de terrains secondaires et primaires jalonnent le contact du Flysch nord-pyrénéen dans la région qui s'étend au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port, et elles sont accompagnées de puissantes formations mylonitiques, qui avaient été attribuées auparavant à des conglomérats côtiers du Cénomanien ou à des brèches éruptives en connexion avec les ophites. Ce sont des brèches tectoniques.

— *Ph. Négris* (prés. par M. Pierre Termier). **L'Atlantis et la Régression quaternaire.**

La confirmation de la submersion de l'Atlantis conduit à la confirmation aussi de la *Régression quaternaire*. En effet, l'amplitude de l'affaissement ayant été de plusieurs milliers de mètres, sous la mer, sur une vaste étendue de l'Océan Atlantique, n'a pu que produire un abaissement considérable du niveau marin, abaissement dont donne une idée l'île de Siphinos, en Grèce.

L'invasion des immigrés du Nord dans la Méditerranée, à la suite des dislocations de l'Atlantis, la formation du Gulf-Stream, sont des points de repère de l'origine de la Régression.

— *A. Allemand-Martin* (transm. par M. Ch. Depéret). **Les lignites du Cap-Bon (Tunisie).**

Les lignites du Cap Bon sont compris entre le niveau à *Turritella fimbriata, Cerithium lignitarum* et celui à *Ostrea crassissima ;* comme ils sont plus rapprochés de l'étage tortonien que de l'étage helvétien, ils peuvent être considérés comme appartenant à l'âge tortonien.

— *Léon Moret* (transm. par M. Kilian). **Sur la présence de calcaires à Alvéolines d'âge probablement auversien à la base du Nummulitique du plateau d'Arâche (Massif de Platé, Haute-Savoie).**

La découverte de couches à Alvéolines à Platé modifie notablement ce que l'on savait depuis les beaux travaux de Boussac sur les contours de la mer Auversienne qui devait par conséquent faire une large avancée dans ces régions entre Pelvoux et Mont Blanc.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *J. Savornin* (transm. par M. Ch. Depéret). **Les captures de l'Oum er Rebia et l'hydrographie générale du Moyen-Atlas marocain.**

L'Oum er Rebia inférieur a probablement accaparé à son profit les eaux du bassin moyen, dont la destinée semblait autre. Il a aussi capturé la Tessaout, et tout le bassin de Demnat, dont il a décapité le Tensift, fleuve de Marrakech, qui en était le drain naturel comme le montre la topographie. Il faut reporter à près de 80 km, en amont du point où on la supposait, la tête de vallée originelle du Bou-Regreg-Aguennour.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. G. Bonnier). **Etude des plantes salées, pendant la période où se produisent des anomalies.**

Au cours de nouvelles expériences sur le *Lepidium sativum*, l'auteur a retrouvé des différences déjà signalées entre les plantes salées et les plantes témoins, dans le cycle évolutif et la taille de ces plantes, dans le nombre relatif des grosses graines et leur poids, et dans la forme plus ou moins dodue de ces graines.

Des fruits anormaux à trois loges, rencontrés, en 1920, sur des pieds salés, ont été retrouvés, en 1921, dans une culture arrosée à la solution contenant 12 pour 1.000 de NaCl. La salure n'est certainement pas ici sans exercer son influence.

— *Raoul Combes* (prés. par M. G. Bonnier). **La recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux.**

Les corps que Kurt Noack croyait avoir caractérisés comme pseudo-bases dans les extraits amyliques qu'il a étudiés étaient des phlobatannins, et les substances rouges qu'il obtenait par chauffage en présence des acides et qu'il considérait comme des anthocyanidines étaient des phlobaphènes. La méthode de l'essai à l'alcool amylique, établie par Willstätter et ses élèves pour séparer les anthocyanidines des anthocyanines, ne peut donc être appliquée à la recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux.

AGRONOMIE. — *Martin-Zedé* (prés. par M. Bazy) **De l'influence de l'orientation sur les succès de la transplantation des arbres.**

L'auteur montre qu'il ne faut pas livrer au hasard l'orientation nouvelle des arbres quand on les transplante. Aussi, muni d'une boussole, prend-il le soin, avant de les déplanter, de repérer leur orientation individuelle et de marquer sur chaque arbre une des branches exposées au Nord d'un signe apparent. Il opère ensuite la replantation au nouvel emplacement en dirigeant du côté du Nord la branche marquée.

PHYSIOLOGIE. — *M. et Mme A. Chauchard* (prés. par M. d'Arsonval). **Mesure de l'excitabilité d'un nerf sécrétoire : corde du tympan et glande sous-maxillaire.**

La chronaxie de la corde du tympan s'est toujours, sauf dans un cas, maintenue voisine de $0^s'0004$, chiffre qui n'est pas modifié quand on fait varier la fréquence ou le nombre des excitations.

Les auteurs constatent que les lois qui régissent l'excitabilité d'un appareil sécrétoire rentrent dans la formule générale des nerfs itératifs, c'est-à-dire des nerfs qui exigent, pour donner une réponse physiologique, la répétition des excitations. Il devient possible d'établir une comparaison avec les nerfs qui ont été étudiés par Lapicque et ses collaborateurs chez les Batraciens.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Robert Stumper* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Le venin des fourmis, en particulier l'acide formique.**

Le venin des fourmis soumises à l'étude ne renferme, comme acide volatil libre, que de l'acide formique. S'il renferme d'autres acides, ce n'est qu'en quantité négligeable.

BIOLOGIE. — *A. Lécaillon* (prés. par M. Henneguy). **Sur les caractères d'un Hybride issu de l'union d'un Canard musqué mâle (*Cairina moschata* Flem.) et d'une Oie d'Egypte femelle (*Chenalopes ægytiens* Eyt).**

L'hybride dont il est ici question se rattache incontestablement par certains caractères aux deux espèces qui ont fourni les deux progéniteurs desquels il est issu. Mais il a néanmoins aussi des caractères spéciaux qu'il ne serait pas toujours facile de considérer comme intermédiaires entre ceux de l'Oie d'Egypte et ceux du Canard musqué. On ne pourrait le regarder comme constitué par une mosaïque de caractères dont les uns seraient identiques à ceux du père et les autres identiques à ceux de la mère.

— *R. Courrier* (prés. par M. Widal). **Sur l'indépendance de la glande séminale et des caractères sexuels secondaires chez les Poissons. Etude expérimentale.**

Par l'action de la chaleur on active les divisions spermatogénétiques, dans le testicule de l'Epinoche d'hiver et l'on obtient des ampoules séminifères ayant une structure entièrement identique à celle qu'elles possèdent en été.

La glande séminale, formée en qualité et en quantité des mêmes constituants qu'au moment du rut, ne provoque pas l'apparition des caractères sexuels secondaires et en particulier la sécrétion spéciale du rein.

Les deux caractères sexuels secondaires de l'Epinoche ne réagissent pas de la même façon à l'hormone sexuelle ; il semble y avoir une différence quantitative. La quantité d'hormone capable d'influencer les chromatophores paraît devoir être moins grande que celle qui est nécessaire à la réaction des néphrocytes.

CYTOLOGIE. — *R. Hovasse* (prés. par M. F. Mesnil). **La régulation du nombre des chromosomes chez les embryons parthénogénétiques de Grenouille rousse. Son mécanisme.**

La régulation est générale et précoce. Si l'on compare le nombre des embryons et larves non régularisés au nombre total des ébauches, on constate que le nombre des régularisés augmente avec l'âge des ébauches.

C'est d'une augmentation de la quantité de chromatine nucléaire que dépend vraisemblablement l'autorégulation du nombre des chromosomes. Les variations quantitatives probables de la chromatine cytoplasmique permettent d'expliquer les divers cas observés : *régulation*, quand la réserve est suffisante pour combler le déficit initial ; *non-régulation* dans le cas contraire.

PARASITOLOGIE. — *L. Léger* et *E. Hesse* (prés. par M. Henneguy). **Coccidies d'oiseaux palustres. Le genre *Jarrina* n. g.**

Les auteurs créent le genre *Jarrina* pour une petite Coccidie trouvée dans l'intestin d'oiseaux de marais, *Fulica atra* et *Gallinula chloropus*. Ils en donnent la diagnose suivante :

G. *Jarrina* n. g. Coccidie *Eimeridæ* de la sous-famille des *Eimerinæ* (ookystes à quatre spores dizoïques) à ookyste ovoïde muni d'un goulot à l'un des pôles et à paroi ponctuée.

J. Paludosa n. sp. Ookyste de $14^\mu - 15^\mu \times 11^\mu$ mûrissant en dehors de l'hôte et donnant sans reliquat kystal quatre spores dizoïques, ovoïdes, biconiques de 9^μ sur 5^μ avec un petit reliquat sporal granuleux central.

PATHOLOGIE. — *A. Sartory* et *L. Moinson* (prés. par M. Guignard). **Sur un cas de moniliase bronchique.**

En juin dernier, les auteurs isolaient, des expectorations d'un malade suspect de tuberculose pulmonaire, un champignon du genre *Monilia*. De nouvelles recherches les ont amenés à constater qu'il s'agit du *Monilia Pinoyi* Castellani et qu'ils se trouvaient en présence d'un cas de moniliase bronchique.

MÉDECINE. — *Rousselot* et *A. Marie* (prés. par M. d'Arsonval). **Sur un signe auditif de spécificité.**

Ce n'est pas à dire que tout syphilitique soit sourd ou voué fatalement lui-même à la surdité, mais il y a lieu de se défier, si l'on rencontre un sourd qui réalise le signe suivant :

Intégrité de l'audition pour les notes aiguës jusqu'aux environs de 2.000 vibrations doubles ; diminution progressive au-dessous, si bien que, pour un fort diapason de 224 vibrations doubles, le déficit est considérable et que pour 64 vibrations doubles il est presque complet.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 9 janvier 1922.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théodore Varopoulos*. **Sur une classe de fonctions croissantes.**

— *Pierre Humbert* (prés. par M. Appell). **Sur le produit de Laplace relatif à certains hypercylindres.**

— *Gustave Dumas* (prés. par M. Appell). **Sur un tableau normal relatif aux surfaces unilatérales.**

— *Arnaud Denjoy* (transm. par M. Émile Borel). **Sur les fonctions définies par des séries de fractions rationnelles.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). **Surfaces et variétés de translation de Sophus Lie.**

MONOGRAPHIE. — *Ch. Lallemand.* **Sur la genèse et l'état actuel de la science des abaques.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Charles Nordmann* et *Le Morvan.* **Observation d'une étoile anormale au photomètre hétérochrome de l'Observatoire de Paris.**

L'étoile β Céphée présente, dans son spectre, considéré au point de vue photométrique, une anomalie singulière ; la valeur de $\log \frac{R}{B}$ des intensités observées respectivement à travers les écrans rouge et bleu est supérieure à la valeur moyenne de $\log \frac{R}{B}$ correspondant à son type spectral d'une quantité égale à 0,270 environ. La cause de cette anomalie pourrait être attribuée à l'existence, autour de cette étoile, d'une atmosphère extrêmement absorbante. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chenevard* (prés. par M. Le Chatelier). **Dilatabilité du chrome et des alliages nickel-chrome dans un intervalle étendu de température.**

Le chrome, qui a servi aux mesures, est du chrome d'aluminothermie à 98,3. Le coefficient vrai, qui à 0° est $6{,}8.10^{-6}$, augmente rapidement avec la température; la courbe présente une concavité lorsque la température grandit. L'addition de chrome affecte peu la dilatabilité du nickel, elle l'augmente aux températures élevées, sans doute à cause de la présence du composé Ni^2Cr^3.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faillebin.* **Composé organométallique mixte de l'aluminium.**

Avec l'iodure de méthylène en présence d'éther, l'aluminium donne CH^2AlI ; avec le bromure, on a CH^2AlBr. Ces composés sont susceptibles de donner des produits d'addition. L'auteur les signale comme agents de condensation. Avec l'acétone, on arrive à l'oxyde de mésityle.

— *J. Barlot* et *Mlle Brenet* (prés. par M. G. Urbain). **Détermination des acides gras par la formation de leurs complexes à base d'uranyle et de sodium.**

La réaction microchimique de Streng (1883) qui conduit à la formation de cristaux tétraédriques d'acétate complexe d'uranyle et de sodium peut servir à identifier l'acide acétique en utilisant le nitrate d'uranyle. Appliqué à l'identification des acides gras, il donne un précipité avec le butyrate normal et pas de précipité avec l'isobutyrate. On distingue ainsi le valérianate normal du valérianate ordinaire. Les chloracétates ne donnent rien, alors que le phénylacétate fournit des cristaux en aiguilles. A. RIGAUT.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Emmanuel de Martonne* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur le massif de Poïana Ruska et la corrélation des cycles d'érosion des Carpathes méridionales.**

L'auteur montre que le raccord s'établit bien avec ses observations antérieures dans le Haut-Massif banatique, et qu'il est possible maintenant d'établir la corrélation des niveaux d'érosion dans l'ensemble des Carpathes méridionales, y compris le Bihar et le Banat.

La plate-forme Gornovitza, d'âge pliocène, est remarquable par l'uniformité de son altitude, toujours voisine de 500 mètres. Elle ne s'abaisse à moins de 300 mètres que sur le bord occidental des Monts métallifères du Banat et n'approche de 1.000 mètres qu'à l'origine de vallées de montagne. On pourrait expliquer le cycle d'érosion, qui a entaillé les vallées actuelles dans les formes rapportées à ce niveau, par le seul abaissement du niveau de base des lacs pliocènes.

GÉOLOGIE. — *Y. Milon* et *L. Dangeard* (prés. par M. Ch. Barrois). **Sur une formation rédonienne (Miocène supérieur) ravinant les argiles éocènes, à minerai de fer, au sud de Rennes (Ille-et-Vilaine).**

Au sud de Rennes, la mer rédonienne a pu recouvrir indistinctement les affleurements de différentes couches tertiaires, ainsi qu'on l'observe au Vieux-Chartres ; mais on y voit de plus apparaître sous le revêtement rédonien une formation d'âge éocène dont on ne soupçonnait l'existence qu'à l'état de lambeaux isolés.

L'épaisseur des argiles ferrifères, leur prolongement sous le Rédonien, l'abondance des grès ladères remaniés permettent de supposer que l'Eocène a dû avoir autrefois une grande extension dans cette région, et qu'il a pu être conservé, sous des dépôts plus récents, à l'état de sables, de grès, silicifiés, ou d'argiles à minerai de fer.

BOTANIQUE. — *Edgar Zaepffel* (prés. par M. G. Bonnier). **Sur le mécanisme de l'orientation des feuilles.**

Si, dans un pétiole normal, intact, non sectionné, la richesse en eau vient à varier d'une façon dissymétrique, des déformations tendent à se produire. Or, dans le pétiole d'une feuille non étalée dans un plan horizontal, l'amidon mobile détermine une perturbation de la répartition de l'eau. De même, pour une feuille éclairée latéralement, les phénomènes chlorophylliens s'accomplissent avec des intensités inégales dans les deux moitiés du pétiole ; il en doit résulter une répartition dissymétrique de la richesse en eau. On conçoit alors que les réactions tropistiques des feuilles se réalisent par des courbures et par des torsions du pétiole. Dans la plupart des feuilles non pétiolées, la base de la nervure principale joue le rôle du pétiole.

— *Ch. Douin* (prés. par M. G. Bonnier). **Sur le gamétophyte des Marchantiées.**

Dans le développement terminal, les tissus nouvellement formés repoussent en avant l'initiale terminale et les mérophytes voisins, tandis que, dans le développement basilaire, ce sont les initiales basilaires qui restent fixes sur la thalle ou la tige, pendant que les tissus jeunes repoussent les plus âgés à l'extérieur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Plantefol* (prés. par M. J. Constantin). **Sur la toxicité de divers phénols nitrés pour le *Sterigmatocystis nigra*.**

L'auteur a étudié comparativement les actions que présentent, sur la germination et la croissance du *Sterigmatocytis nigra*, le phénol et quelques-uns de ses dérivés nitrés (mononitrophénols : ortho, méta et para ; dinitrophénol 1, 2, 4 ; trinitrophénol, 1, 2, 4, 6).

Parmi les mononitrophénols, le para est le plus toxique. Le seul des dinitrophénols qui ait été utilisé dans cette étude est plus de dix fois plus toxique que le plus actif des mononitrophénols. Le trinitrophénol utilisé offre une toxicité de même ordre que celle des mononitrophénols.

CYTOLOGIE. — *Edouard Chatton.* **Sur le polymorphisme et la maturation des spores des Syndinides (Péridiniens).**

L'organisation et le mode de division nucléaires des

Syndinium présentent d'une espèce à l'autre une uniformité remarquable. Chez toutes, les chromosomes sont constamment au nombre de cinq, toujours courbés en V.

A la prophase et à la télophase mitotiques, comme en intercinèse, ces chromosomes sont toujours agencés en demi-fuseaux. Quelle que soit la structure du noyau dans les spores mûres, c'est toujours à partir de ce stade en demi-fuseau qu'elle s'établit.

A l'uniformité structurale relative des plasmodes s'oppose une grande diversité morphologique et cytologique dans les spores.

L'appareil cinétoflagellaire des Dinoflagellés, jusqu'ici peu connu, se présente, selon la règle fondamentale pour les autres flagellés, comme un dérivé de l'appareil centrosomien nucléaire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *R. Sazerac* et *C. Levaditi* (prés. par M. Roux). **Emploi du bismuth dans la prophylaxie de la syphilis.**

Le tartrobismuthate de Na et de K jouit de propriétés préventives, lorsqu'il est appliqué sous forme de pommade sur la région infectée, de 1 heure à 4 heures après l'infection ; il empêche la maladie chez les animaux exposés à la contamination par contact sexuel; il agit préventivement, lorsqu'on l'injecte à petites doses dans le muscle. Ce sel, ainsi que le lactate de bismuth, administrés par la bouche, retardent manifestement l'éclosion de lésions spirochétiennes.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Science et Civilisation. — Collection d'exposés synthétiques du savoir humain, publiée sous la direction de Maurice Solovine, par Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e).

Sous le titre « Science et Civilisation » la maison Gauthier-Villars vient de lancer une nouvelle collection, qui promet d'être une des plus vastes et des plus intéressantes. Elle a pour but d'offrir, sous une forme aussi claire que possible, des exposés synthétiques du savoir humain. Les problèmes scientifiques et philosophiques, les lettres et les arts, les questions économiques et sociales, et tout ce qui gravite autour de ces principaux noyaux de la science humaine, y seront traités par les savants les plus éminents, qui s'efforceront de présenter un tableau fidèle de l'état actuel des recherches et d'en dégager la signification philosophique.

Le premier volume qui vient de paraître est une œuvre de premier ordre, c'est le célèbre ouvrage de J.-J. Thomson intitulé *Electricité et Matière*. Il contient un beau portrait de l'illustre physicien anglais et est précédé d'une admirable préface de M. Paul Langevin.

Ajoutons enfin que la Direction de cette *Collection* est confiée à M. Maurice Solovine et que la présentation du volume (prix : 6 francs), fait honneur à la maison Gauthier-Villars. S. R.

Les Edifices physico chimiques, par le Dr Achalme. Tome I : *L'Atome. Sa structure, sa forme.* In-8° de 244 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dans un ouvrage qui comprendra 7 volumes, le Dr Achalme se propose d'étudier : les « Edifices physicochimiques ». Le premier volume contient l'exposé de ses hypothèses personnelles relativement à la constitution de l'atome.

Après quelques chapitres d'introduction où sont condensées en un bref et clair raçcourci les théories actuelles sur l'unité de la matière, le noyau positif et l'électron, l'auteur aborde la question de la neutralité de l'atome.

Se refusant à admettre cette neutralité, contrairement aux idées généralement reçues, il envisage l'atome comme formé d'un agrégat *électrisé positivement* d'unités de matières liées les unes aux autres par des forces attractives dues à des électrons qu'il appelle : *électrons interatomiques.*

S'attachant plus particulièrement à la figuration matérielle de l'atome il en étudie surtout la constitution morphologique, et architecturale. La « pierre à bâtir » lui est fournie par l'unité positive de matière à laquelle il attribue la forme sphérique et le « ciment plastique », pour employer une de ses expressions, par l'électron interatomique.

L'atome de chaque élément est donc formé par un agrégat de petites sphères en nombre égal à son poids atomique et disposées en un groupement aussi stable que possible.

Ainsi l'atome de carbone est constitué tout simplement par deux plaquettes de six sphères et l'atome d'oxygène par deux plaquettes de huit.

De plus l'association de deux ou plusieurs des atomes légers (à faible poids atomique) permet d'expliquer la formation des atomes lourds, conformément à la loi d'écart et à la classification en familles de Mendéleef.

Cette conception, en quelque sorte constructive de l'atome, est illustrée dans l'ouvrage par d'excellentes figures en perspective qui aident à réaliser, à voir dans l'espace ces sortes de « piles de boulets » qu'a imaginées l'auteur.

Les amateurs de théories d'avant-garde, les esprits avides d'idées neuves et originales liront avec intérêt cet essai de représentation matérielle d'un objet situé sur la limite extrême de la matérialité. P. Gd.

Synthèses organiques. — *Publication annuelle des Méthodes les plus satisfaisantes pour la Préparation des Produits Organiques.* Comité de Rédaction : Roger Adams, Rédacteur en chef, Université d'Illinois, à Urbana ; James Bryant Conant, Université Havard, Cambridge, Mass ; James Thacher Clarke, Eastman Kodak Co, Rochester ; N. Y. ; Olivier Kamm, Parke, Davis et Co, Détroit, Mich. — Vol. I, John Wiley et Sons, New-York et Chapman and Hall, London, éditeurs.

Cette publication, dont le premier fascicule vient de paraître, mérite de retenir notre attention.

Pendant la guerre, les Universités américaines, isolées de leurs fournisseurs habituels, ont dû fabriquer elles-mêmes la plupart de leurs produits chimiques. D'où une étude systématique des Conditions d'obtention dont les auteurs ont désiré, par la suite, faire profiter les autres laboratoires.

Chaque année, un fascicule sera publié, contenant une vingtaine de préparations ; tous les cinq ans, ils seront réunis en un volume revu et corrigé.

Le grand intérêt de cet ouvrage peut être résumé en trois points :

1°) Les opérations sont décrites par ceux qui les ont effectuées et rien n'est oublié de ce qui doit contribuer au succès ;

2°) Contrairement à la fâcheuse habitude de beaucoup

de manuels, la préparation n'est pas donnée comme une recette de cuisine, mais critiquée en elle-même et comparativement avec les autres méthodes classiques.

C'est là une méthode didactique excellente pour développer l'esprit critique chez les Etudiants.

3°) Enfin, la bibliographie a été soigneusement rassemblée jusqu'au moment de l'impression (dans le cas présent, jusqu'en janvier 1921).

En outre, les auteurs n'ont pas manqué de prévoir le passage du Laboratoire à l'Usine ; ils ont, dans ce but, recherché les procédés applicables à grande échelle. Par exemple, ils ont évité, autant que possible, les extractions, utilisé de préférence les solvants bon marché, et ils soulignent, en l'employant, l'utilité de l'agitation mécanique.

Ce livre nous paraît donc destiné à rendre les plus grands services, aussi bien dans les laboratoires de recherches que dans ceux d'enseignement et, si l'on veut bien nous le permettre, nous regretterons seulement que sa publication ne puisse être accélérée, tout au moins pour les premiers fascicules.

V. GRIGNARD.

Le Parasitisme et la Symbiose, par M. CAULLERY, In-8° de 400 pages avec 53 figures. *Encyclopédie scientifique*. Section de biologie générale). Doin, éditeur, Paris.

Presque tous les embranchements du règne animal et du règne végétal possèdent des représentants adaptés à la vie parasitaire.

L'inventaire complet de ces êtres et l'étude de leurs comportements particuliers ne peuvent être faits que par une série de spécialistes qui déterminent rigoureusement les espèces, étudient leur biologie et établissent ainsi les faits solides sur lesquels prennent naissance les plus séduisantes théories biologiques.

Malheureusement cette spécialisation nécessaire, si utile pour la collectivité, enlève souvent aux naturalistes le temps de coordonner leurs connaissances et d'en tirer des lois générales.

C'est cette lacune que le professeur Caullery a voulu combler en mettant à la disposition de tous les biologistes un livre clair, précis, bien illustré où sont résumées les plus récentes découvertes scientifiques.

Depuis le livre mémorable de Van Beneden sur *Les Commensaux et les Parasites*, aucun travail d'ensemble n'avait été publié, à l'exception toutefois des quelques pages d'introduction placées en tête des divers traités de parasitologie humaine et comparée.

Mais le livre de Van Beneden, admirable pour son époque et par sa solide documentation zoologique et par la géniale intuition de l'auteur, est devenu rapidement désuet par suite des hypothèses finalistes qu'il renferme et que nous ne pouvons admettre aujourd'hui.

Le Professeur Caullery a rajeuni le sujet en situant le parasitisme et la Symbiose à la place qu'ils occupent dans l'évolution générale des êtres vivants et en recherchant le déterminisme précis de leur production.

L'auteur a envisagé le parasitisme au point de vue de la biologie générale comme un cas spécial d'association entre deux êtres dont l'un vit aux dépens de l'autre. A côté de cette association précise, il existe des cas d'association, également nécessaires et aussi spécifiques quoique moins étroits, désignés sous les noms de commensalisme et de symbiose.

Mais ces expressions, de parasitisme, de commensalisme, de symbiose, créés par notre esprit avide d'ordre, ne sont séparés par aucune discontinuité dans la nature et leur définition est souvent malaisée.

Il est bien certain que les parasites et les symbiotes se sont différenciés, sous la forme qu'ils possèdent actuellement, après les hôtes qu'ils infectent et, si nous ignorons les causes qui ont déterminé ces associations, nous pouvons affirmer que le nombre des parasites s'est constitué peu à peu par l'adaptation de formes, primitivement libres, à un genre de vie nouveau.

Pour nous faire saisir l'enchaînement des faits, confirmant cette hypothèse, le Professeur Caullery s'appuie sur des observations précises choisies dans les divers groupes d'êtres. Il a judicieusement emprunté ses exemples à des travaux publiés récemment, négligeant, dans la mesure du possible, des travaux plus anciens devenus classiques et par conséquent d'une diffusion moins utile.

Le but de cet ouvrage est de montrer le parasitisme comme une simple manifestation de la concurrence vitale et de l'interdépendance de tous les êtres vivants. Parmi les associations qui se sont créées à des titres divers, seules ont persisté celles qui étaient compatibles avec l'existence et la conservation des associés. Dans le cas contraire, les groupes fortuits n'ont pu se perpétuer.

En devenant parasites, les êtres primitivement libres ont subi des transformations considérables qui nous montrent la réalité de l'évolution. Nous pouvons encore assister de nos jours à leurs variations morphologiques et biologiques suivant l'hôte qu'ils infestent, ce qui nous montre l'influence du milieu sur l'organisme et aussi les prédispositions de certains parasites plus aptes que d'autres à se modifier dans un sens déterminé.

Les treize chapitres qui composent cet ouvrage traitent les sujets suivants :

I : Le commensalisme ; — *II :* Le commensalisme (suite) ; — *III :* Du commensalisme à l'inquilinisme et au parasitisme ; — *IV :* Exemples particuliers d'adaptation au parasitisme : Annélides, Mollusques ; — *V :* L'adaptation au parasitisme chez les Crustacés ; — *VI :* Le parasitisme provisoire ou protélien ; — *VII :* Les parasites hétéroxènes et leurs migrations ; — *VIII :* Les modifications adaptatives de la reproduction chez les parasites ; — *IX :* La spécificité parasitaire et les modes divers de l'infestation de l'hôte ; — *X :* Actions réciproques du parasite et de l'hôte ; — *XI :* La symbiose chez les animaux ; — *XII :* La symbiose chez les végétaux ; — *XIII :* La symbiose est-elle une caractéristique primordiale de la vie cellulaire ?

Cette simple énumération montre l'importance de ce livre que termine une liste bibliographique facile à consulter.

Cet ouvrage, résumé du cours fait par le professeur Caullery à la Sorbonne durant l'année 1919-1920, sera lu avec intérêt par les biologistes, les médecins, les philosophes et tous ceux qui s'intéressent à l'évolution de la Science.

Tous y trouveront exposé avec clarté, précision et méthode un des sujets qui permet de rechercher avec le plus de facilité la solution des grands problèmes de biologie générale.

Dr E. BRUMPT,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

L'âme et ses réincarnations. — La preuve par l'histoire. Théorie scientifique, par L. CELMAR. In-8° de

184 pages. Leymarie, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

La réincarnation de l'âme a, de tous temps, préoccupé les hommes. De toutes les méthodes qui ont été préconisées pour élucider le mystère, la méthode historique est celle qu'adopte M. Celmar. Présente-t-elle plus de garantie que les autres ? Le problème est bien difficile à résoudre et de quelque côté qu'on l'envisage, on le trouve enveloppé de multiples incertitudes.

L'Histoire est un perpétuel recommencement. Est-ce parce que les âmes des conducteurs de peuples, des chefs d'armée, des grands politiques, des grands penseurs viennent, périodiquement, se réincarner sur la Terre ? Sont-ce de simples coïncidences, si troublantes soient-elles ?

M. Celmar envisageant le retour presque périodique des grands faits de l'Histoire, sous l'impulsion d'hommes possédant des conceptions identiques, en attribue la cause à la réincarnation. C'est ainsi, par exemple, qu'il associe Philippe de Macédoine et Richelieu ; Epaminondas et Henri IV ; Coriolan et Du Guesclin ; Hippocrate et Boerhave ; Aristophane et Molière ; Euripide et Racine, etc... La périodicité se renouvellerait tous les 2.000 ans avec une approximation de 2 ou 3 siècles.

En supposant cette théorie exacte, on pourrait donc fixer d'avance les destinées des peuples sans limitation de temps.

Mais ici nous rencontrons un premier obstacle. Connaissons-nous suffisamment l'histoire des peuples anciens pour y trouver les preuves que M. Celmar recherche ? Ce n'est pas mon avis et j'appelle l'attention de l'auteur sur les découvertes les plus récentes relatives à cette question que je considère, dans le cas présent, comme primordiale.

Quoi qu'il en soit, le livre de M. Celmar est intéressant et ses théories ne doivent point être rejetées, car si elles sont, parfois, discutables, elles s'imposent dans bien des cas à l'attention des chercheurs. L. Ft.

La Sociologie, sa nature, son contenu, ses attaches par René Worms. In-18 de 164 pages (Bibliothèque sociologique internationale). Giard, éditeur, Paris. — Prix : 2 fr. 50.

Dans cette bibliothèque publiée sous sa direction particulièrement autorisée, l'auteur définit ce qu'est la Sociologie. La sociologie, en effet n'est ni un art, ni une science spéciale ; elle est une science générale des sociétés, la philosophie des sciences sociales particulières.

Son contenu ? L'étude des sociétés passées, l'étude de la société actuelle qui, elle, peut être atteinte, interrogée, c'est-à-dire l'étude des relations entre des êtres vivants, le fait social supposant le concours de plusieurs individus, leur organisation qui leur donne matière et forme, en conciliant la théorie organique qui fait comprendre le point de départ des sociétés et la théorie contractuelle, leur point d'aboutissement. De là trois éléments d'étude : structures, fonctions, évolution sociales ; la conciliation des éléments humains et non humains de la Société. D'où la vie sociale, l'évolution de la société, la méthode et les lois sociologiques.

Mais la sociologie a des rapports avec la cosmologie et la biologie, avec la psychologie et la philosophie qui lui prêtent, ou peuvent trouver en elle, un concours appréciable, alors que les arts sociaux n'en peuvent guère espérer d'elle. Louis Batcave.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Branislaw Petronievics. — L'évolution universelle. In-8° de 210 pages. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 7 fr. 50.

Ch. Nordmann. — Einstein et l'Univers. Une lueur dans le mystère des choses. In-16 de 222 pages. Hachette, éditeur, Paris. Prix : 7 francs.

J. A. Cushmans. — Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. In-8° de 608 pages avec 51 figures et 100 planches. Publié par la Smithsonian Institution, Washington.

G. Lecointe. — Annales de l'Observatoire royal de Belgique, 3e série. T. I, fasc. I. In-4° de 268 pages. Hayez, éditeur, Bruxelles.

J. Voisin. — Les métaux précieux. In-8° de 264 pages avec 88 figures (*Encyclopédie de Chimie industrielle*). Baillière, éditeur, Paris. Prix : 25 francs.

F. d'Herelle. — Le Bactériophage. Son rôle dans l'immunité. In-8° de 227 pages. Masson, éditeur, Paris. Prix : 12 francs.

Ch. Eug. Guye, S. Ratnowsky et *Ch. Lavanchy.* — Vérification expérimentale de la formule de Lorentz-Einstein faite au laboratoire de Physique de l'Université de Genève. In-4° de 363 pages avec 11 figures et 3 planches.

J. Rouch. — Le Pôle Sud. Histoire des voyages antarctiques. In-16 avec 88 figures et 14 cartes. Flammarion, éditeur, Paris. Prix : 7 francs.

Em. Perrot. — Essai d'identification des bois tropicaux. Les bois du Gabon. Fasc. I. In-8° de 105 pages avec figures. Larose, éditeur, Paris. Prix : 20 francs.

A. Loir et *H. Legangneux.* — Précis de Muséologie pratique. In-16 de 107 pages, publié par le Muséum d'Histoire naturelle du Havre.

V. Auger. — Les principes de l'Analyse chimique. In-16 de 224 pages. Colin, éditeur, Paris. Prix : 5 frs.

E. Bloch. — Théorie cinétique des gaz. In-16 de 188 pages. Colin, éditeur. Paris. Prix : 5 francs.

J. Rouelle. — La fonte. Travail et élaboration. In-16 de 192 pages avec figures. Colin, éditeur, Paris. Prix : 5 francs.

L. Huguet et *Suffrin-Hébert.* — Calculs aérodynamiques des avions. Lois de la résistance de l'air. In-16 de 120 pages (*Encyclopédie technique des aides-mémoire Plumon*). Béranger, éditeur, Paris et Liége. Prix : 12 francs.

A. Cleveland-Bent. — Life histories of North American gulss and terns. Order Longipennes. In-8° de 344 pages avec 93 planches dont 16 en couleurs. Publié par la Smithsonian Institution, Washington.

Franck N. Blanchard. — A revision of the king snakes genus Lampropeltis. In-8° de 260 pages avec 75 figures. Publié par la Smithsonian Institution, Washington.

Revue des questions scientifiques publiée par la Société Scientifique de Bruxelles. 4e série. T. I. Janvier 1922. Louvain.

L. Lesur. — Théorie de la combustion et utilisation des combustibles. T. I. In-16 de 180 pages avec fig. Doin, éditeur, Paris. Prix : 8 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 3 — 60e ANNÉE — 11 FÉVRIER 1922

L'ENSEIGNEMENT DE LA ZOOLOGIE A LA SORBONNE (1)

Au moment où je prends la parole devant vous, je ne chercherai pas à dissimuler la satisfaction que j'éprouve d'avoir été chargé de l'enseignement de la Zoologie à la Sorbonne. Aussi mes premiers mots seront-ils de gratitude à l'égard du Conseil de la Faculté des Sciences et de la Section permanente du Conseil Supérieur de l'Instruction Publique, dont les votes successifs m'ont élu pour occuper cette chaire, ainsi qu'à l'égard des pouvoirs publics, qui ont ratifié cette désignation. Et me permettrez-vous de remercier aussi une opinion publique, qui m'a soutenu de son appui, et qui se manifeste encore aujourd'hui par la présence de tant d'amis, que j'ai plaisir à saluer sur ces bancs ?

Ma joie n'est cependant pas sans mélange. Car venir diriger un service dans la Grande Sorbonne, c'était pour moi l'obligation d'abandonner cette vieille maison de la rue d'Ulm, où j'enseignais depuis douze ans déjà, et où, sous un toit branlant, j'ai trouvé les meilleures conditions de travail, auprès de collègues excellents, et dans une atmosphère de sérénité. Des liens beaucoup plus anciens me rattachaient d'ailleurs au Laboratoire d'Evolution. C'est là que comme étudiant j'ai suivi les leçons suggestives d'Alfred Giard; c'est là que je m'étais lié d'affection avec Félix Le Dantec, Jules Bonnier, Philippe François : amitiés de jeunesse que des morts prématurées sont venues rompre, et qui ne se remplacent plus.

Au reste le vieux laboratoire lui-même est condamné ; son remplaçant tout neuf s'élève, tandis que les murs caducs attendent le pic des démolisseurs ; et bientôt ces souvenirs si chers ne vivront plus que dans notre cœur. Du moins ces attaches de sentiment avec la vieille maison disparue devront-elles persister comme liens d'une solidarité durable entre les anciens compagnons dispersés et faciliter entre eux une coordination d'efforts qui est hautement désirable pour l'intérêt général des étudiants et qui correspond d'ailleurs aux intentions actuelles de toute la Faculté.

Avant d'aborder le sujet même du cours de cette année, l'usage m'invite à consacrer cette leçon inaugurale à un éloge rétrospectif. Plus d'un an s'est déjà écoulé depuis la mort de M. Yves Delage, que son infirmité tenait d'ailleurs depuis de longues années éloigné de son enseignement. Mais il occupait dans la biologie française une place si éminente, sa disparition a été si vivement ressentie, que de bien des côtés déjà des voix autorisées se sont élevées pour exalter ses titres et mesurer la perte que nous avons faite en lui : éloges académiques, témoignages de collègues ou d'amis, ont déjà paru dans divers recueils ; dans cet amphithâtre même, un hommage public lui a été rendu. Dans un exposé sommaire où le temps limité permet à peine d'effleurer les sommets, je ne pourrais que répéter après d'autres ce qui a déjà été dit excellemment. Pour m'exposer à moins de redites, j'élargirai mon sujet tout en restant

(1) Leçon d'ouverture du cours de Zoologie, prononcée le 7 novembre 1921.

dans la tradition ; et je me propose de vous tracer un bref historique de l'enseignement zoologique à la Sorbonne.

Comme vous le savez, il existe actuellement à la Faculté deux chaires, portant le même titre, de *Zoologie, Anatomie et Physiologie comparées;* entre elles les cours alternent de semestre en semestre, et par un accord tacite qui date déjà d'un lointain passé, les deux professeurs se partagent l'enseignement ; l'un, c'est actuellement M. Pruvot, traite les questions du point de vue de l'Anatomie Comparée, l'autre du point de vue de la Zoologie systématique. Ces deux chaires n'ont pas la même ancienneté.

Lorsqu'en 1808-1809 fut instituée l'Université Impériale, et que G. Cuvier en qualité de Recteur organisa la Faculté des Sciences de Paris, il ne fut créé qu'une seule chaire de *Zoologie et Physiologie.* Offerte à Lamarck qui se récusa en invoquant son état de santé, elle fut effectivement occupée par Etienne Geoffroy St Hilaire, professeur au Muséum. Pendant assez longtemps, en effet, au début de son existence, la Faculté ne fut pas absolument distincte du Muséum. Il persista entre les deux établissements un régime analogue à ce qu'on appelle en politique l'union personnelle, les mêmes professeurs assurant à la fois l'enseignement à l'un et à l'autre. G. Cuvier en particulier avait fait décider par l'arrêté constitutif que le cours d'anatomie comparée, qu'il professait au Muséum, serait cours de Faculté.

Ces noms de Geoffroy St Hilaire et de Cuvier éveillent évidemment en votre esprit le souvenir de la querelle fameuse, passionnée, qui mit aux prises ces deux grands naturalistes. Cuvier divisait le règne animal en embranchements distincts, caractérisés par des types de structure irréductibles les uns aux autres : Vertébrés, Mollusques, Articulés, Rayonnés. Geoffroy en tenait au contraire pour l'unité de plan de composition de tout le règne animal, et voulait ramener à un type commun les Vertébrés et les Articulés. La controverse passionnait le monde savant jusqu'au delà de nos frontières — vous connaissez l'anecdote de Gœthe — et vous concevrez aisément que si sa chaire portait le titre de Zoologie et Physiologie, Geoffroy en faisait essentiellement une tribune publique où il exposait avec une ardeur convaincue et le feu d'une éloquence imagée, ses doctrines philosophiques. L'enseignement Zoologique proprement dit était au contraire rélégué à une importance subalterne, et assuré par un professeur-adjoint.

C'est seulement en 1825 que cet enseignement annexe fut érigé en chaire magistrale ; il y eut alors deux chaires, l'une de *Zoologie, Anatomie et Physiologie* occupée par Et. Geoffroy St Hilaire, l'autre d'*Anatomie, Physiologie comparée et Zoologie* attribuée à de Blainville. Ces deux titres déjà fort semblables s'uniformisèrent plus tard en une complète identité.

La première chaire fut occupée par Et. Geoffroy de 1810 à 1844, pendant 34 ans. Les quatre dernières années toutefois, Geoffroy, devenu aveugle, fut suppléé par Henri Milne Edwards. A la mort de Geoffroy, ce dernier fut appelé à lui succéder ; il occupa la chaire jusqu'en 1885, soit pendant 42 ans ; pendant plus de 35 ans (1849-1885) il fut doyen de la Faculté. C'est à sa mémoire qu'a été dédié l'amphithéâtre où se font les cours de Zoologie.

Cette longue période fut particulièrement brillante au point de vue de l'enseignement zoologique à la Sorbonne ; non seulement à cause de sa seule durée qui permit une continuité d'efforts dirigés vers le même but, mais à cause des qualités mêmes qui firent de H. Milne Edwards un chef d'école exceptionnel. Sans apparat, sur un ton de causerie familière qui contrastait avec l'éloquence fougueuse et les développements théoriques de de Blainville, ses leçons étaient particulièrement intéressantes et instructives, documentées et vivantes parce qu'il parlait de ce qu'il avait vu.

« Il n'aimait pas la nature morte, il n'aimait pas surtout de n'avoir pas sous la main les preuves matérielles de ce qu'il devait enseigner, » a dit de lui Lacaze-Duthiers. « Il voulait voir la nature vivante et sur place si l'on peut ainsi parler. Ce qu'il voulait pour lui, il le voulait aussi pour ses élèves. Il aimait, en un mot, les démonstrations sur les choses mêmes, et c'est incontestablement cela qui donnait à son enseignement un si grand attrait, une si grande valeur et une si grande autorité (1). »

Si par des travaux d'anatomie descriptive sur les Crustacés ou les Polypiers il s'était placé au premier rang des morphologistes, la tournure de son esprit était plutôt physiologique ; il se préoccupait toujours du fonctionnement des organes. Et pour le connaître, il voulait voir les animaux vivants dans leur milieu naturel. C'est ainsi que dès le début de sa carrière, avec son ami Victor Audouin, il fit sur les côtes de France ces fructueuses campagnes d'exploration, qui donnèrent la première impulsion aux recherches de zoologie marine. Il tenait à montrer à ses auditeurs ce qu'il avait ainsi appris à connaître ou découvert, et bien souvent, à

(1) Discours prononcé aux obsèques de H. M. Edwards.

l'issue d'une leçon, il réunissait ses élèves autour de sa chaire pour mettre sous leurs yeux, avec un nouveau commentaire, des préparations démonstratives, qu'il avait faites lui-même : grande innovation dans l'enseignement de la Faculté, première amorce qui devait conduire à ces travaux pratiques, qui sont aujourd'hui chose courante et font partie intégrante de tous nos examens d'enseignement supérieur. Ces leçons étaient pour les auditeurs une véritable révélation sur l'organisation des animaux inférieurs, et nous ne devons pas être surpris qu'elles aient suscité pour l'étude du monde de la mer des vocations enthousiastes comme celles de Armand de Quatrefages ou de Henri de Lacaze-Duthiers.

En ce qui concerne sa forme générale, l'enseignement était conçu du point de vue de l'anatomie et de la physiologie comparées. Une des idées maîtresses que Milne Edwards aimait à mettre en lumière est celle de la *division du travail fonctionnel,* qui, à la fois par une extrême *variété* et par une sorte de principe *d'économie,* conduit à la complication, au perfectionnement organique, et à l'infinie diversité des êtres vivants.

Cet enseignement nous a été conservé sous forme d'un ouvrage considérable : *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées de l'Homme et des Animaux,* série de 14 volumes dont le premier parut en 1857, le dernier en 1881; la publication s'étendit ainsi sur un quart de siècle et l'achèvement de cette œuvre immense, par un vieillard qui dépassait 80 ans, fut l'occasion d'un jubilé scientifique de l'auteur, arrivé à l'apogée de sa gloire. Cet ouvrage où l'exposé de la doctrine de l'auteur est accompagné de renseignements historiques sur le développement de nos connaissances est encore aujourd'hui d'une lecture fort instructive et pleine d'intérêt.

*
* *

Tandis que la première chaire de zoologie de la Faculté fut ainsi pendant une période de 75 ans occupée par deux titulaires seulement, la seconde, créée en 1825, changea plus fréquemment de titulaire : Isidore Geoffroy St Hilaire y succéda d'abord à de Blainville, puis P. Gratiolet (1864-65) et P. Gervais (1866-69) ne firent qu'y passer rapidement. Dans l'espace de 25 ans quatre titulaires se succédèrent sans avoir le temps de marquer nettement l'enseignement d'une empreinte personnelle et de devenir chefs d'école, jusqu'au moment où en 1869 fut appelé à occuper cette chaire un des élèves d'H. Milne Edwards dont j'ai déjà prononcé le nom, Henri de Lacaze-Duthiers. Nous touchons ici à une époque plus voisine de la nôtre. Lacaze-Duthiers achevait sa carrière de professeur à l'époque où je me préparais à la licence et les résultats de ses travaux, demeurés classiques, font partie intégrante de l'enseignement qui vous est ici donné.

Continuateur de Cuvier, dont il aimait à se réclamer, il contribua par ses monographies anatomiques, poussées dans le détail, à préciser notre conception des types d'organisation des Invertébrés. Il me suffit par exemple, et sans que j'aie besoin d'y insister en détail, de vous rappeler ses belles recherches sur le développement des Coralliaires, qui ont si lumineusement précisé nos connaissances morphologiques sur les Polypes Cœlentérés. L'ensemble le plus considérable de ses travaux fut relatif à la morphologie des Mollusques, encore beaucoup moins connus à cette époque que ne l'étaient par exemple les Articulés. Le fil directeur dont il fit usage avec tant de sagacité est le *principe des connexions,* qui est l'affirmation, pour chaque type d'organisation d'un grand embranchement, de relations morphologiques invariables entre des organes de même signification, et qui permet de faire le départ entre les simples *analogies,* ressemblances fortuites et d'adaptation, et les *homologies* proprement dites, qui sont des correspondances vraies, tenant à la nature fondamentale d'êtres voisins, construits sur un même type. Chez les Mollusques c'est le sytème nerveux qui est le critérium infaillible; les filets issus d'un même ganglion vont toujours innerver des parties homologues : ainsi les cérébroïdes innervent les organes des sens, même l'otocyste situé dans le pied au voisinage des ganglions pédieux ; c'est en déterminant, par une dissection soignée, les territoires d'innervation du ganglion pédieux et du ganglion palléal, qu'on pourra affirmer sans hésitation, indépendamment de sa position, de sa forme, de sa fonction, que telle ou telle partie est morphologiquement une dépendance du pied ou une dépendance du manteau.

« On remarquera sans doute, disait-il lui-même en parlant de ses travaux, que ce sont surtout les types aberrants, mal définis parce qu'ils sont insuffisamment connus, qui ont été particulièrement l'objet de mes investigations. En opposant, au point de vue anatomique et embryogénique, le Dentale à l'Acéphale ou au Gastéropode, en comparant l'Arrosoir au type régulier des Bivalves, en rapprochant la Testacelle d'un côté de la Limace, de l'autre du Colimaçon, avec

lesquels elle offre tant de ressemblances profondes et à la fois de différences extérieures, on est conduit à reconnaître, entre les organes déformés de ces êtres, des homologies si nettes, si vraies, que leur morphologie devient claire et se traduit par un caractère de généralité du plus haut intérêt » (1).

Aux types plus ou moins singuliers énumérés dans cette citation, il faudrait encore joindre l'Anomie, le Taret, l'Ancyle, le Vermet, l'Haliotis, le Pleurobranche... dans un autre groupe la Bonellie; même après sa mort un mémoire posthume, publié par les soins de M. Boutan, était encore relatif à un type aberrant d'Acéphale, la Tridacne ou Bénitier.

Elève de Milne Edwards, Lacaze-Duthiers s'était tout jeune passionné, de toute l'ardeur de sa nature enthousiaste, pour les recherches de zoologie marine dont le Maître donnait des aperçus dans ses cours. Dès qu'il avait un moment de liberté, il courait au bord de la mer, faisant parfois à ses frais de longs et coûteux voyages, pour recueillir lui-même, dans leur station et leurs gîtes naturels, les animaux qu'il étudiait, les observer vivants, les disséquer à l'état frais, noter leurs couleurs dans des aquarelles admirables, suivre patiemment leur développement à partir de l'œuf. Il parcourut ainsi à peu près toutes les côtes Océaniques de la France, depuis Ostende en Belgique jusqu'à St Sébastien en Espagne, explorant le Boulonnais, la Normandie, la Bretagne, la Saintonge, les Landes, le Pays basque ; sans négliger pour cela les côtes françaises de la Méditerranée, la Corse, l'Algérie, les Baléares où le port de Mahon lui apparut un véritable paradis pour le naturaliste. Partout il portait sa même ardeur infatigable de chercheur, la même passion désintéressée.

A diverses reprises, Lacaze-Duthiers a proclamé la nécessité de ce contact du zoologiste avec la nature vivante, en particulier dans un véritable manifeste qu'il publia en 1872.

« Si, durant plus d'un siècle, la Zoologie pure, la Zoologie du temps de Linné, la Zoologie descriptive et de classification, a seule dominé en maîtresse absolue, je ne crains pas de dire... qu'aujourd'hui elle a fait son temps. Elle doit sans doute toujours exister, mais simplement comme l'auxiliaire de la Zoologie de l'avenir.

« Qu'on ne réduise donc plus le rôle du zoologiste à compter les pattes d'un Insecte, ou les tours de spire d'une coquille, à créer des noms, à mesurer des caractères extérieurs, à contempler passivement, sans chercher à expliquer, à dominer les phénomènes que lui offre la nature vivante...

« Sa mission est plus élevée, le champ de ses études plus vaste. La science qui l'occupe est celle de l'histoire complète des êtres les plus parfaits de la création.

« ...L'histoire des animaux envisagée non dans les détails de leur description, mais dans les résultats généraux auxquels elle conduit, n'est pas une science de mots, purement de contemplation passive, où la mémoire et un certain sens d'observation suffisent pour arriver au but limité qu'on lui assigne. Elle touche de trop près à la solution des graves questions de la philosophie naturelle pour qu'elle ne revendique pas hautement le rang élevé, la place importante qui lui sont dus. » (1)

Ce rang élevé que Lacaze assigne à la zoologie de l'avenir, c'est celui de science expérimentale. A cette époque, Claude Bernard reléguait les sciences naturelles à un rôle purement contemplatif, d'observation d'une réalité donnée indépendamment de nous et qu'il fallait prendre telle quelle. Il revendiquait pour la seule physiologie, à l'égal des sciences physiques, le caractère d'être expérimentale, de pénétrer dans le déterminisme des phénomènes, d'être par conséquent seule explicative et conquérante de la nature.

Lacaze-Duthiers prétendait à juste titre que si l'attitude d'observation du zoologiste est en elle-même contemplative, parce qu'il laisse devant lui agir la nature, elle n'exclut pas cependant la véritable expérience. Une observation contemplative faite dans des circonstances déterminées, préparée, voulue pour le contrôle d'une certaine induction, c'est bel et bien une expérience, et on ne doit avoir aucune hésitation à qualifier d'expériences les observations qui conduisent à connaître les migrations des parasites, le déterminisme de la production des monstres, à réaliser artificiellement la fécondation des œufs, à instituer des croisements de races assurant l'obtention de produits déterminés.

Pénétré de la nécessité qu'il y avait, dès le début de leurs études zoologiques, à forcer les jeunes gens à un contact intime avec les réalités vivantes, ce fut Lacaze qui institua vraiment dans notre Faculté les travaux pratiques préparatoires à la licence. Et communiquant par son exemple l'ardeur à la recherche, il groupa autour de lui toute une pléiade de jeunes naturalistes : il devint à son tour un chef d'école. Devant

(1) Troisième notice, titres et travaux, (1871, p. 4.)

(1) *Arch. Zool. exp.* t. 1.

l'abondance des travaux qui sortaient de ses propres recherches et de celles de ses élèves, il dut fonder un périodique nouveau; il lui donna le nom significatif d'*Archives de Zoologie expérimentale et générale*. Continuées après la mort de Lacaze-Duthiers par MM. Pruvot et Racovitza, les Archives sont sur le point d'atteindre, avec leur 60e volume, leur 50e année d'existence. Elles sont incontestablement au premier rang des périodiques scientifiques français, et supportent largement la comparaison avec les meilleurs de l'étranger; leur vitalité atteste l'importance de l'œuvre ainsi fondée par Lacaze-Duthiers.

*
* *

Lorsque Henri Milne Edwards mourut, en 1885, Lacaze-Duthiers déclara qu'en sa qualité de professeur le plus ancien, il assumerait à l'avenir la partie de l'enseignement assurée par Milne Edwards, l'anatomie comparée ; et que le nouveau professeur à nommer serait au contraire chargé de l'enseignement zoologique proprement dit. A cette occasion fut soulevée par Paul Bert devant la Faculté la question de savoir s'il ne serait pas opportun de mettre l'affiche en accord avec l'usage et de spécifier, par une différence des noms attribués aux deux chaires, les deux points de vue différents de l'enseignement qui y était donné. La question ne fut pas jugée mûre, et l'ancien état de choses fut conservé ; il dure encore aujourd'hui, bien qu'appelé sans doute à disparaître dans un avenir prochain.

La Faculté décida également de ne pas demander immédiatement la déclaration de vacance de la chaire de M. Edwards, et d'assurer momentanément le service par la nomination d'un chargé de cours. Un an plus tard, en 1886, le ministère insista pour la déclaration de vacance, et la Faculté confirma sa confiance au chargé de cours en l'élevant au titulariat : le nouveau professeur était Yves Delage.

Elève préféré de Lacaze-Duthiers, il s'était signalé au choix de la Faculté par un ensemble déjà imposant de travaux. Sa thèse de doctorat ès-sciences, lui avait valu le grand prix des sciences physiques. Elle consistait en recherches sur la circulation du sang chez les Crustacés Edriophthalmes; l'auteur, en triomphant avec une habileté extrême de la difficulté que la petitesse des animaux apportait au procédé des injections fines, avait été amené à découvrir une foule de faits nouveaux, qui rendirent immédiatement ce travail classique ; les dessins de ses planches reproduits dans tous les traités de zoologie sont familiers à tous les étudiants.

Beaucoup plus important est le mémoire sur la Sacculine où Delage a véritablement affirmé sa maîtrise.

La Sacculine est un singulier parasite que l'on rencontre sous l'abdomen du Crabe vulgaire. C'est une sorte de sac, d'où part un chevelu de « racines » comme on les appelle, tubes filamenteux qui insinuent leurs ramifications dans tout l'organisme du Crabe, drainant en quelque sorte ses viscères et amenant les sucs nourriciers au sac externe. Celui-ci, seule partie visible du parasite, est constitué essentiellement par un volumineux ovaire, où se développent des milliers d'œufs, et par une cavité incubatrice, où ces œufs sont conservés jusqu'à l'éclosion de larves nageuses. Voilà un organisme bien déconcertant à première vue. Or les larves nageuses qu'il émet et qui sont des *nauplius*, se transformant ensuite en *cypris*, le caractérisent comme un Crustacé et même le placent assez au voisinage des Cirripèdes comme les Anatifes ou les Balanes. Or, chez ces derniers animaux, la larve Cypris se transforme en Cirripède sessile en se fixant à un support approprié par une antenne, c'est-à-dire par une partie céphalique de son corps. Par analogie, on pouvait considérer comme logiquement vraisemblable que la Cypris de la Sacculine devait aussi se fixer par l'antenne sous l'abdomen d'un Crabe, et commencer sa vie parasitaire en poussant, à partir de son point de fixation, des racines dans le Crabe, comme autant de suçoirs émanés de sa tête et destinés à la nourrir. C'est à cette conception morphologique supposée qu'est relatif le nom de Rhizocéphales attribué à la Sacculine et aux animaux voisins. Il existe dans d'autres groupes de Crustacés, les Isopodes Epicarides, des exemples d'évolution analogue ; et pour la Sacculine on avait pensé, on avait même affirmé d'une manière un peu hasardée, qu'il en était ainsi. Mais la vérité scientifique ne se devine pas à coup sûr, même avec du flair ; il faut une observation patiente, souvent laborieuse pour démêler ses secrets. Sans se laisser détourner par des suppositions *a priori* qui n'étaient que vraisemblables, Delage mit toute son ingéniosité, toute sa ténacité, à découvrir ce qui était vrai ; et je passe sur les difficultés vaincues pour arriver tout de suite à la découverte capitale. La Cypris se fixe bien par une antenne, mais nullement sous l'abdomen de Crabe où sera plus tard la Sacculine; elle se fixe à la base d'un poil situé n'importe où, à une patte par exemple. Puis, par une transformation des plus curieuses, abandonnant par une sorte d'autotomie brutale tous les organes de sa vie libre, tête, yeux, mus-

cles, appendices, elle se transforme en une sorte de petite poire à injection, et par l'insertion du poil elle inocule dans l'intérieur même du crabe son contenu, sous forme d'un massif cellulaire indifférencié. C'est là le germe du parasite qui devra ensuite être transporté jusque dans la région abdominale, entre le tube intestinal et la peau, et qui arrivé à son emplacement définitif se développe en une Sacculine adulte faisant hernie à l'extérieur. Malgré ce que cette évolution avait de singulier, et peut-être de presque incroyable, c'est bien là la vérité ; les recherches ultérieures de Smith n'ont fait que le confirmer.

Je passe sur d'autres mémoires : Anatomie des *Convoluta* — découverte du système nerveux des Planaires Acèles. — Anatomie du Baleinoptère de Luc-sur-Mer. — Recherches sur les fonctions des otocystes des Invertébrés, considérés comme organes d'équilibration, — qui sans avoir l'importance du mémoire sur la Sacculine ajoutaient aux titres d'Yves Delage et déterminèrent le choix de la Faculté. Yves Delage avait alors tout juste 32 ans. Il eut ainsi, presque à la limite d'âge inférieure que les règlements imposent pour le titulariat, la rare bonne fortune d'être appelé à la direction d'un grand service de la Faculté et d'avoir en mains les moyens matériels qui lui permettraient de donner toute sa mesure. Il montra d'ailleurs, en continuant ses travaux, combien il était digne de la confiance qu'on avait mise en lui.

Dans ses *Recherches sur l'embryogénie des Eponges,* il fit preuve des mêmes qualités qui avaient marqué ses premiers travaux : même patience, même ténacité, même habileté technique, même scrupule d'observation, qui ne se laisse pas induire en erreur par des possibilités préconçues.

D'une façon très générale, les Eponges incubent leurs œufs dans l'intérieur du corps maternel, et libèrent des larves nageuses, petits ovoïdes ciliés de quelques dixièmes de mm. La structure de ces larves est assez uniforme, et peut être schématisée de la façon suivante : une écorce constituée par un haut épithélium columnaire, qui porte les cils ; une masse interne compacte formée de cellules diverses, tassées les unes contre les autres et obscurcies par des réserves vitellines non encore digérées. Après un certain temps de nage, la larve se fixe sur un support propice et s'écrase en un petit gâteau surbaissé, tandis que toute ciliation disparaît de sa surface. Puis peu à peu le gâteau se vousse en son centre, un orifice s'y perce comme un petit cratère, ouverture d'une cavité centrale ; dans la masse profonde s'organisent des cavités où l'eau circule, et en particulier ces chambres globuleuses si caractéristiques des Éponges, ces corbeilles vibratiles tapissées par un épithélium de cellules ciliées à collerette, les choanocytes. Ainsi naît une miniature d'Éponge.

Une hypothèse assez simple se présente tout de suite à l'esprit : toute la partie interne de cette miniature d'Éponge doit provenir de la masse compacte primitive : des lacunes se sont creusées autour desquelles les cellules se sont agencées en revêtements épithéliaux ; la couche tégumentaire extérieure doit provenir au contraire de la couche externe de la larve, c'est-à-dire des anciennes cellules ciliées, qui se sont aplaties en perdant leurs cils. Cette conception semble si naturelle qu'au moment même où Delage faisait ses recherches, un auteur allemand, O. Maas, la donnait comme le résultat de ses propres travaux sur l'embryogénie des Éponges. Or c'est encore un cas où le vraisemblable ne correspond pas à la réalité. Et ce fut le grand mérite de Delage de démontrer, dans la métamorphose des jeunes Éponges, l'existence d'un chassé-croisé de cellules tout à fait imprévu et déconcertant. Le revêtement tégumentaire de la petite Éponge est constitué par une partie des cellules de la masse interne primitive, cellules n'ayant par conséquent jamais porté de cils, qui se sont insinuées par amœboïsme, se frayant un chemin jusqu'en surface, par dessus les cellules ciliées. Celles-ci au contraire, recouvertes par cette invasion, sont passées en profondeur en rétractant leur cil, et ce sont elles qui plus tard s'agencent en complexes globuleux, font repousser leur cil, et deviennent les choanocytes tapissant les corbeilles vibratiles.

Non seulement ce chassé-croisé de cellules est en lui-même très curieux, mais il soulève une antinomie au point de vue de la morphologie générale. Au lieu de prendre la larve telle quelle au moment où elle est mise en liberté, remontons en effet plus haut dans son développement à partir de l'œuf. L'œuf des Éponges est chargé de réserves vitellines spécialement accumulées au pôle végétatif, et la segmentation est par suite inégale, conduisant à la formation, du côté du pôle animal, de petites cellules surtout protoplasmiques, dites micromères, et de grosses cellules, dites macromères, chargées de vitellus, au pôle végétatif. Par une prolifération plus rapide, les micromères arrivent à recouvrir et à envelopper complètement les macromères ; ce sont eux qui forment ainsi la couche corticale de l'embryon, celle qui se couvre de cils au moment où la larve va être mise en liberté.

Une foule de Métazoaires ont des œufs ayant

même constitution et même type de segmentation. Et, chez tous ces animaux, les cellules issues des micromères qui forment le revêtement de l'embryon donnent d'une manière définitive le revêtement extérieur de l'animal, constituant ce qu'on appelle le feuillet externe, *l'ectoderme;* les cellules vitellines du pôle végétatif, constituant la masse interne de l'œuf segmenté, forment en définitive le revêtement épithélial du tube digestif et de ses annexes, c'est ce qu'on appelle le feuillet profond ou *endoderme*.

Or si nous comparons à ces processus généraux ce que nous venons de décrire chez les Éponges, nous voyons qu'ici les micromères, origine de la couche ciliée, sont la souche des choanocytes. Si donc on définit les feuillets d'après leur origine embryonnaire, on sera conduit à dire que chez les Éponges achevées l'ectoderme est interne et tapisse les corbeilles, tandis que le revêtement cutané provient d'une partie des cellules profondes de la larve, c'est-à-dire de la masse endodermique de l'œuf segmenté. Résultat assez paradoxal, au moins dans les mots, consistant à dire que les Éponges ont l'ectoderme à l'intérieur et l'endoderme à l'extérieur.

Et si, reculant devant ce paradoxe, on veut se fonder sur l'organisation de l'adulte pour appeler ectoderme la peau et endoderme le revêtement des corbeilles, alors c'est en remontant à l'embryogénie qu'on se heurte à une sorte de contradiction intrinsèque, en étant obligé d'annoncer comme endoderme les micromères du pôle animal et comme ectoderme la masse vitelline du pôle végétatif.

Delage a insisté sur cette double antinomie ; il en a conclu que les Éponges occupent une place à part dans le règne animal et doivent être considérées comme possédant des feuillets dont la disposition mutuelle est exactement inverse de ce qu'elle est chez tous les autres Métazoaires ; d'où le nom d'Enantioderma ou Enantiozoa, animaux inversés, qu'il a proposé de donner aux Éponges.

Nous aurons à revenir précisément dans le cours de cette année sur cette question ; je pense vous montrer que les morphologistes ont créé eux-mêmes d'une manière bien artificielle cette difficulté d'interprétation. En tout cas une conclusion est indiscutable, celle de l'hiatus profond qui sépare les Éponges des autres Métazoaires, et le mécanisme histologique par lequel le chassé-croisé s'accomplit reste une des belles découvertes de Delage, à laquelle Maas, reconnaissant son erreur première, ne tarda pas à donner son adhésion.

La poursuite de ces recherches originales n'empêchait pas Delage de consacrer une grande partie de son temps à la préparation de son enseignement et il fut un incomparable professeur. Tout le travail ingrat de la préparation disparaissait derrière l'art consommé avec lequel il faisait une leçon lumineuse et simple. Je me rappelle notamment avoir suivi, à l'époque où j'étais étudiant, un cours sur les Arthropodes et un autre sur les Mollusques. C'était une série de petites monographies des types les plus courants : le Branchipe, l'Apus, la Ligie, le Talitre, le Crabe, ... la Patelle, l'Haliotis, le Buccin, la Doris, etc. Il est tout à fait regrettable que ce grand travailleur qu'était Yves Delage n'ait pas consenti à publier tel quel son cours de licence. Il nous eût laissé un précis élémentaire de Zoologie qui eût été un chef-d'œuvre. Il ne voulut sans doute signer de son nom qu'un traité tout à fait documenté et complet ; il put en faire paraître les premiers volumes, mais c'était amorcer une œuvre surhumaine, qu'il devait laisser inachevée.

Il rendit en tout cas un service didactique immense au public français en faisant paraître, en 1895, le résultat de ses lectures et de ses réflexions sur les principales questions de Biologie générale, sous forme d'un gros ouvrage que vous connaissez tous et dont l'apparition marque en même temps un tournant décisif dans la vie scientifique de l'auteur.

Ce livre sur la *Structure du Protoplasma, les Théories sur l'Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale* débute en effet sous forme de préface par une profession de foi, une sorte de manifeste retentissant, en même temps que de cri d'alarme sur l'orientation qu'avaient à cette époque en France les recherches de biologie. Delage remarque, avec une vive inquiétude, que la plupart des travaux parus ne sont que des monographies, anatomiques, histologiques ou physiologiques, apportant une précision de détail sur un point particulier, mais ne tendant à fournir l'explication d'aucune question générale sur l'hérédité, la variation, la transmission des caractères acquis ; ne donnant aucune clarté sur les phénomènes intimes de la vie, dans la cellule, dans l'individu, dans l'espèce. Et, tandis que nous dépensons une masse énorme de travail à nous perdre dans les détails, tandis que nous accumulons péniblement les matériaux, au-dessus de nous, sur notre dos, les étrangers sont en train d'édifier le faîte majestueux de la science, la Biologie générale. Il n'est que temps de se ressaisir, de changer l'orientation de nos recherches, de ne plus tra-

vailler nous aussi que pour répondre à une grande question théorique. « Il est temps d'abandonner ces études terre à terre qui ne peuvent nous conduire à rien... et d'aborder enfin la Biologie générale. Toute recherche, pour avoir un réel intérêt, doit aujourd'hui viser la solution d'un problème théorique ». Il s'agit de faire ces expériences décisives qui permettent de choisir, entre deux alternatives théoriquement posées, quelle est celle qui correspond à la vérité. C'est le seul moyen d'aller de l'avant.

Prêchant d'exemple Delage consacra alors ses efforts à élucider le problème de la fécondation, et c'est à cette nouvelle période de son existence scientifique que se rattachent tout d'abord une série de recherches relatives à ce qu'il a appelé la *mérogonie*. Par des expériences extrêmement délicates, il arriva à sectionner sous le microscope un œuf d'Oursin, de Ver ou de Mollusque en deux ou en trois parties, dont une seule contient le noyau, tandis que l'autre ou les deux autres en sont dépourvues. Essaye-t-on ensuite de pratiquer la fécondation artificielle de ces fragments, on constate que les portions dépourvues de noyau peuvent être fécondées, c'est-à-dire pénétrées par un spermatozoïde et incitées à se développer en embryon, tout aussi bien que le fragment nucléé. Dans une expérience même un fragment anucléé ne représentant que 1/37 du volume total de l'œuf normal d'Oursin fut fécondé et donna naissance à une larve. Ainsi la fusion de deux noyaux, l'un paternel, l'autre maternel n'est nullement nécessaire à la fécondation ; celle-ci peut être réalisée par la simple substitution, dans le protoplasme ovulaire, d'un noyau excitable, celui du spermatozoïde, au noyau femelle inerte préexistant dans l'œuf.

Delage se trouvait ainsi orienté par ses recherches lorsque Jacques Loeb publia ses expériences sensationnelles de parthénogenèse expérimentale, c'est-à-dire de développement déterminé à se mettre en train, en l'absence de tout spermatozoïde fécondant, par de simples actions chimiques appliquées à l'œuf vierge. Et aussitôt, comprenant tout l'intérêt de ces expériences, Delage se consacra à les renouveler et à les étendre. Je n'ai pas besoin d'insister longtemps sur ses découvertes dans cette voie. Guidé par des idées théoriques qu'il serait trop long d'exposer, il réussit à déterminer un procédé expérimental particulièrement efficace, qui traitant les œufs vierges d'Oursin successivement par un coagulant, le tannin, puis par un liquéfiant, l'ammoniaque, les amène à se développer tout aussi bien qu'après fécondation normale. Et surmontant toutes les difficultés de l'élevage en aquarium, Delage arriva à amener huit individus au-delà de leur métamorphose, et trois d'entre eux à l'état adulte jusqu'à pouvoir constater sans ambiguïté le sexe mâle de leurs glandes génitales.

Ce fut au cours de ces recherches que Delage fut frappé par la plus grande épreuve qui puisse atteindre un naturaliste : la perte progressive de la vue, jusqu'à cécité complète. Et ce fut alors que se montra l'énergie exceptionnelle de son caractère. Loin de se laisser aller à un découragement qui eût été bien compréhensible, il ne voulut pas s'avouer vaincu, et de la même ardeur il continua à travailler ; en se faisant lire tout ce qui paraissait d'important, il réalisa ce prodige de se tenir au courant, de réfléchir, de publier des livres, d'imaginer des appareils, de continuer en un mot sa vie de savant.

Une grande partie de son activité fut alors consacrée au périodique qu'il avait fondé, l'*Année Biologique,* sorte de supplément annuel à son grand ouvrage sur la Biologie générale, où avec l'aide de nombreux collaborateurs il embrassait l'ensemble des productions relatives à ce domaine, les classait, les élaborait en synthèses personnelles.

Instrument d'information bibliographique indispensable aux chercheurs, l'*Année Biologique* a rapidement conquis droit de cité ; sa place est marquée dans toutes les bibliothèques ; une partie du prestige scientifique de la France à l'étranger est attachée à ce répertoire ; il était essentiel qu'il ne disparût pas avec son fondateur. La Fédération des Sociétés de Sciences Naturelles a considéré qu'un de ses premiers devoirs était d'en assurer la continuation. Quelques modifications légères ont été introduites destinées seulement, par une publication plus rapide, à accroître encore l'utilité du recueil. Mais le même titre sera conservé et le nom d'Yves Delage maintenu sur la première page, continuera de rappeler un de ses principaux titres à la reconnaissance des naturalistes.

Une autre œuvre à laquelle Delage s'est donné tout entier, jusqu'à son dernier souffle, c'est l'amélioration du Laboratoire de Roscoff. La fondation première de cet établissement remonte à Lacaze-Duthiers. Au lendemain de la guerre de 1870, voulant travailler à l'effort intellectuel qui devait relever notre pays, Lacaze-Duthiers en même temps qu'il fondait les *Archives* voulut créer des laboratoires de zoologie expérimentale. Ayant parcouru, comme nous l'avons vu, toutes les côtes de France, il jeta son dévolu sur un point privilégié des côtes de Bretagne, la grève de Roscoff : abritée de la houle du large par l'île de Bas et par une multitude d'écueils,

c'est un véritable aquarium naturel où la diversité des faciès donne à la faune et à la flore marines une richesse exceptionnelle. Dans l'esprit de Lacaze, il ne s'agissait point tout d'abord de fonder une station permanente, mais bien un laboratoire volant, une sorte d'excursion prolongée faisant halte en un point donné, et explorant la côte voisine pendant quelques saisons consécutives. Entouré de disciples choisis, le Maître espérait pouvoir, au bout de quelques années, avoir assez avancé l'exploration du premier point pour avoir avantage à se transporter ailleurs ; ainsi on recueillerait à la longue les matériaux d'une faune marine de la France, et l'on pourrait publier, groupe par groupe, des monographies analogues à celles que les Anglais possèdent pour la faune côtière de leur pays. Aussi s'était-on borné d'abord à louer une petite maison au bord de la mer.

Mais les collaborateurs firent défaut pour cette œuvre immense ; l'expérience montra d'ailleurs que la connaissance des grèves de Roscoff ne s'épuiserait pas en quelques années, et que pour améliorer les conditions de la recherche, il fallait fonder du définitif. On acheta une première maison, puis par acquisitions successives, par empiètements concédés sur le territoire communal, on agrandit la propriété, on construisit un aquarium à circulation continue d'eau de mer, un vivier et un parc ; grâce à une donation de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, la Station eut son premier bateau de quelque importance.

Lacaze ne perdait d'ailleurs pas de vue la nécessité d'étudier la faune marine en des points variés. Et tout en perfectionnant sa première création de Roscoff, il fondait en 1881, le laboratoire de Banyuls, sur la côte du Roussillon. Il revenait ainsi à la Méditerranée, qui avait vu ses premiers enthousiasmes et pouvait retourner comme en pélerinage aux Baléares, pour retrouver à Mahon cet invincible attrait des lieux où il avait goûté les joies de la jeunesse. Pendant les dernières années de sa vie, Lacaze consacra de plus en plus toute son activité à Banyuls. Le voisinage immédiat de l'Espagne, des rapports particulièrement suivis avec la Faculté de Barcelone, lui créèrent alors en Catalogne une foule de disciples, d'admirateurs et d'amis. En 1900, tous se groupèrent en un hommage spontané et vinrent à Paris offrir au Maître vénéré sa propre image, le buste magnifique qui surmonte le tableau de notre amphithéâtre, et où dans cette physionomie tourmentée si caractéristique, vous retrouvez à la fois la signature du grand sculpteur espagnol Mariano Benlliure, et l'âme passionnée d'Henri de Lacaze-Duthiers.

En 1889, Delage avait été adjoint à la direction de Roscoff ; en 1901 il y succédait définitivement à son maître. On peut dire d'ailleurs que depuis l'époque de ses débuts, où il y avait été préparateur, Delage n'avait pas cessé de donner à Roscoff le meilleur de son temps ; c'est là qu'il avait fait ses travaux ; c'est là qu'il aimait à revenir. Et quand il eut la responsabilité entière de la gestion, il mit sa ténacité coutumière à assurer la prospérité de ce laboratoire qui lui était si cher. Sans insister sur les améliorations multiples qu'il y a apportées, je tiens surtout à rappeler que, grâce à son initiative, Roscoff a reçu de Mécènes éclairés des dons importants, qui seuls précisément ont permis, malgré la pénurie budgétaire, les progrès du Laboratoire, et pour lesquels la Faculté doit exprimer à nouveau sa durable reconnaissance (1). Delage avait également obtenu pour Roscoff, de divers corps savants constitués ou de gouvernements étrangers, des subventions annuelles régulières, sous forme de location de stalles de travail (2). Et par le nombre et la qualité des chercheurs de tous pays qui y ont reçu l'hospitalité, par la valeur des travaux qui y ont été accomplis, la Station Biologique de Roscoff a acquis sous la direction d'Yves Delage une réputation universelle.

Il m'a paru que le devoir s'imposait à moi de chercher à perpétuer le souvenir d'Yves Delage par un monument, élevé par une souscription publique, qui est dès à présent officieusement ouverte à mon laboratoire, et qui le sera officiellement dès qu'un Comité se sera très prochainement réuni pour lancer un appel. Il me semble que ce monument devra s'élever à Roscoff, où Delage a déployé une si féconde activité, auprès de ce Laboratoire même qu'il a tant aimé.

Ainsi ses collègues, ses élèves, ses amis auront le moyen de payer la dette de reconnaissance que nous lui devons. Il restera aux pouvoirs publics à payer la leur en dotant la Station d'un budget qui lui permette de subsister et de vivre — car actuellement elle peut à peine végéter. A des donateurs généreux il restera aussi à faire le geste nécessaire pour permettre soit des améliorations nouvelles qu'exige le progrès, soit

(1) Les principaux donateurs ont été le Prince de Monaco, le Prince Roland Bonaparte, Mme L. Errera, M. J. Chalon, MM. A. E., et H. de Rothschild, M. Ch. Richet, M. R. Quinton, M. H. Deutsch, M. Max Schultz, M. Steinhaus, la Ville de Paris, l'Académie des Sciences, la Société des Amis de l'Université de Paris.

(2) Par le Prince de Monaco, le Prince Roland Bonaparte, la Belgique, la Russie, la Suisse, la Royal Society de Londres, l'Institut Pasteur de Paris, l'Office des Pêches.

des réfections coûteuses, qu'une situation financière précaire a toujours retardées, et qui ne peuvent plus attendre sans péril. Il faut que Roscoff reste digne de son passé, qu'il puisse soutenir la comparaison avec les grands laboratoires étrangers, en particulier avec celui que les Allemands possédaient à Naples, et qu'ils brûlent d'y récupérer. Le prestige scientifique de la France exige que tous les efforts concourent à doter Roscoff de ressources budgétaires qui lui permettent de tenir son rang.

*
* *

Enseignement oral ou écrit, fondation de périodiques et de laboratoires, telles sont les voies où mes prédécesseurs ont profondément marqué les traces de leur passage à la Faculté. Après ce rappel trop bref de leurs mérites, il y aurait sans doute de ma part outrecuidance à vouloir tracer un programme et annoncer un but : je vous apporte toute ma bonne volonté et vous me jugerez à l'ouvrage.

Je voudrais cependant sans plus attendre écarter de notre route un obstacle préliminaire. Une rumeur a couru naguère que la zoologie était une science finie, périmée, et qu'il n'y avait plus lieu de l'enseigner à la Sorbonne, où elle devait faire place à la Biologie générale. Je pourrais peut-être écarter par prétérition cette boutade, puisque la Faculté ne s'est point préoccupée de l'examiner ; mais je crois qu'il vaut mieux l'attaquer de front et la réfuter en quelques mots.

Tout d'abord rien n'est plus téméraire et décevant que de vouloir régenter, canaliser la recherche et lui assigner des voies hors desquelles il ne serait point de salut. La recherche scientifique n'est point comparable à ces espaliers artistement conduits, où l'arboriculteur sait exactement quels bourgeons il peut et doit supprimer, qui donneraient uniquement des feuilles stériles, afin de réserver toute la force de la sève à ceux qui porteront des fruits. Elle est plutôt semblable à ces haies broussailleuses de plantes sauvages, qui poussent au hasard des conditions ambiantes, et où tout l'empirisme des jardiniers ne ferait sans doute que contrarier la nature. Tel rameau semble rabougri, à moitié desséché ; et c'est de lui que tout à coup jaillit une pousse vigoureuse qui portera les églantines les plus éclatantes ou les mûres les plus savoureuses. De même telle partie de la science paraît à un moment épuisée et terminée en impasse ; et puis, brusquement, il suffit d'une technique nouvelle, surtout d'une idée neuve apportée par un esprit original, pour ouvrir un débouché sur de vastes horizons.

Que signifie d'ailleurs cette opposition que l'on voudrait faire entre une Biologie générale, où seraient toutes les idées intéressantes (sans les faits, peut-être) et une Zoologie, où ne seraient que des faits sans idées ? S'imagine-t-on que l'on pourra répondre à toutes les questions philosophiques posées par l'étude de la vie en se bornant à expérimenter sur quelques espèces toujours les mêmes, l'Oursin, la Grenouille rousse ou la Drosophile, sans rien savoir des formes voisines et de l'ensemble du règne animal ? La zoologie serait-elle finie qu'il serait encore nécesssaire de l'apprendre ; et toute la question revient en somme à discuter ce qu'il faut entendre par Zoologie.

Si l'on veut la réduire à cette description et à cette nomenclature que Lacaze jugeait déjà archaïques de son temps, il est certain que la Zoologie est bien près d'être finie. Il n'y a probablement plus beaucoup d'Eléphants ou d'Okapis nouveaux à découvrir dans les forêts du Congo, et les Rotifères encore inconnus du bassin des Amazones ne sont pas appelés sans doute à révolutionner nos connaissances sur ce petit groupe d'animaux. Même les abîmes océaniques ne recèlent plus vraisemblablement beaucoup de mystères sensationnels.

Si donc on prétend réduire la Zoologie à une description morphologique et à une nomenclature ; si surtout, pour cette description, on substitue aux animaux réels des types canoniques abstraits, obtenus par une combinaison arbitraire de caractères anatomiques empruntés à des animaux différents, de façon à constituer, par une sorte de moyenne ou de compromis, des schémas destinés à représenter des groupes entiers, alors oui, je n'hésite pas à le déclarer, cette Zoologie me paraît sans avenir, et je ne vois, pour ma part, aucun intérêt à ce qu'elle soit enseignée.

Mais j'estime qu'il faut au contraire entendre par Zoologie l'histoire des animaux considérés sous tous les aspects les plus variés comme les plus généraux, et le premier point à ne pas perdre de vue est que les animaux sont vivants et divers ; il faut les prendre tels qu'ils sont, tels qu'ils vivent, et non vouloir substituer à la réalité vivante un schéma mort et défiguré.

« Laissant à la description pure la valeur incontestable qu'elle a, qu'il faut qu'elle conserve, mais qui ne doit plus cependant former toute l'histoire des êtres animés, le zoologiste, placé à un autre point de vue, doit s'attacher à résoudre ces trois questions, qui résument en défi-

nitive toute l'histoire de l'être animé : comment vit un animal et comment continue-t-il son existence ? Comment transmet-il la vie ; comment et par quelles transformations successives se propage-t-il ou s'est-il propagé dans le temps, a-t-il étendu son espèce dans l'espace ? Comment enfin, entre-t-il en rapport avec ce monde extérieur où il sera incessamment en lutte ? Quand l'observateur a répondu à ces questions, quand il s'est rendu sur les lieux mêmes où vivent les êtres, pour les étudier dans les conditions qui leur sont propres... alors, mais alors seulement, il devient possible d'aborder avec quelque chance de succès sérieux la question de l'origine des formes, la recherche des liaisons qu'ont entre elles les espèces éteintes et les espèces vivantes, et tant d'autres questions difficiles de Zoologie... (1) »

Ces lignes sont de Lacaze-Duthiers et datent de près de 50 ans. Il ne me semble pas avoir beaucoup à y changer pour qu'elles soient encore tout à fait d'actualité.

Oui, faisons de la biologie générale, c'est-à-dire ne perdons pas de vue les points de vue généraux de philosophie scientifique qui donnent de l'intérêt, qui donnent un sens à nos recherches, mais soyons bien persuadés qu'aucune question, si petite soit-elle, ne peut-être résolue, ne peut même être sainement posée, si l'on ne cherche à connaître scrupuleusement les animaux tels qu'ils sont; tels qu'ils vivent dans leur milieu naturel, en fonction de lui. Cette étude de la réalité vivante elle-même est d'ailleurs passionnément attachante, sans parler des jouissances artistiques qu'elle donne à chaque pas.

C'est ainsi que je conçois l'enseignement de la Zoologie ; c'est dans cette voie que j'essaierai de vous entraîner. Je sais bien que dans le monde encore bouleversé où nous sommes, la dureté de la vie sollicite les jeunes gens vers les carrières leur assurant une subsistance immédiate plutôt que vers la recherche désintéressée. J'espère cependant que, soit parmi les étudiants qui m'écoutent aujourd'hui, soit parmi ceux qui au cours des années suivantes leur succèderont sur ces bancs, il s'en trouvera quelques-uns qui se sentiront enflammés de l'étincelle sacrée et qui, apportant à leur tour l'appoint de leur effort et de leur originalité personnelle, montreront par leur exemple que notre science reste jeune et vivante et que n'est point près de s'éteindre la lignée des zoologistes français.

Ch. PÉREZ.
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

(1) Lacaze-Duthiers, *Archives*, 1874, p. 34.

L'ÉVOLUTION DU CINÉMA

D'abord jouet informe, ou zootrope, qui passionna nos pères, le Cinéma est devenu le merveilleux instrument dont nous ne nous lassons pas d'admirer les résultats.

Bien qu'il date d'hier, son origine est mal connue, au point qu'on dispute même sur son inventeur. Par intervalles, un journaliste en mal de copie sensationnelle, lui découvre un nouveau père. Même dans les travaux les plus récents, son histoire est erronée et insuffisante. A mon tour, je m'y essaierai. Je le ferai avec une méthode nouvelle, et cette méthode me paraît applicable pour toute étude de même ordre. De plus j'apporterai des documents nouveaux. Ancien élève de Marey, je l'ai vu à l'œuvre, j'ai connu plusieurs de ceux qui y contribuèrent et j'ai pu lire les documents conservés à l'Institut fondé par le Maître. Ceux-ci, comme en toute découverte devenue industrielle, sont de deux ordres :

1° Documents scientifiques, écrits, articles de journaux, revues, bulletins des sociétés savantes, etc.

2° Brevets d'invention. Il faut les soumettre à une critique spéciale, n'étant pas, à l'inverse des précédents, documents de bonne foi. En effet le possesseur du brevet peut avoir acheté sa découverte à l'inventeur. Il peut omettre un détail important, donner des explications obscures, glisser des erreurs volontaires dans le but de dépister les contrefacteurs et d'éviter qu'un autre trouve à son invention des applications qu'il n'a point spécifiées et qui lui seraient ainsi ravies.

Par une recherche approfondie, on voit que toute découverte importante résulte des efforts de plusieurs et passe par de nombreuses étapes avant d'arriver à la perfection. Pour apprécier la part de chacun, je reprendrai le conseil donné par Descartes, de diviser le problème en autant de parties qu'il est possible et s'efforcer de résoudre chacune séparément. Je distingue ainsi plusieurs types dans les « découvreurs » :

1° Les *Inspirateurs*. — Ils émettent une idée nouvelle ou énoncent clairement une idée A jusqu'alors vague, implicite, ou enfin posent nettement une question, un problème jusqu'alors insoupçonné. Mais ils n'en établissent pas la preuve, n'en tentent pas l'exécution ;

2° Les *Précurseurs*. — Ils tentent, sans y parvenir, la réalisation de l'idée A ;

3° Les *Initiateurs*. — Ils font une découverte B, dans un ordre d'idées différent, parfois dans une autre science. Seule cette découverte B permet de réaliser l'invention A ;

4° L'*Inventeur*. — Il atteint le résultat A en réalisant le procédé, la méthode, l'instrument nouveau. L'inventeur est le vrai découvreur, le créateur ; les autres sont des auxiliaires ;

5° Les *Perfectionneurs*. — Ils améliorent la découverte de l'inventeur. Il est parmi eux des degrés. Quelques-uns réalisent un perfectionnement « majeur » qui constitue une nouveauté, point de départ de beaucoup d'autres ;

6° Le *Metteur au point*. — Seul, parmi les perfectionneurs, il vulgarise la découverte, la rend pratique pour le public ;

7° Les *Finisseurs*. — Ils retouchent encore l'œuvre arrêtée dans ses grandes lignes. Elle n'est jamais parfaite, donc elle peut toujours être améliorée. Mais, à un moment donné de son évolution, les améliorations ne peuvent plus être que minimes. (1)

Toutes ces variétés de découvreurs ont contribué à faire le cinéma tel que nous l'admirons aujourd'hui.

L'analyse doit porter, non seulement sur les découvreurs, mais aussi sur l'objet découvert. Celui-ci n'est pas toujours simple. Le Cinéma comprend deux appareils. L'un d'analyse, ou cinématographe, prend les mouvements successifs en les décomposant en une série d'images photographiques ; il est seul important au point de vue scientifique. L'autre de synthèse, ou cinématoscope, recompose le mouvement et procure un spectacle animé, soit à une personne, soit à toute une salle ; il est le seul commercialement exploitable. Pour plus de commodité, appelons le premier, cinéma 1, le second, cinéma 2.

I. — Ses précurseurs. Le Cinéma est soupçonné

Le cinéma 2 fut l'objet des premiers essais. On a voulu faire remonter l'origine du cinéma à l'homme primitif qui, à l'instar de l'enfant, s'amusait à tracer des lignes de feu en agitant un tison enflammé. Mais, en agissant ainsi, il ne prenait, de la persistance des images sur la rétine, qu'une connaissance implicite, donc sans portée. Quand on sut qu'en faisant défiler devant l'œil douze à seize images par seconde, celles-ci fusionnaient et donnaient l'illusion du mouvement, cette connaissance explicite permit d'inventer divers jouets : en 1827, le thaumatrope du Dr Paris, en 1833, le phénakisticope de Plateau, puis le zootrope, le praxinoscope de Raynaud. Dans tous ces appareils, les images, représentant les phases successives du mouvement, étaient disposées autour d'un disque ou d'un cylindre qu'on faisait tourner. Les images défilaient rapidement devant une fente ; l'œil du spectateur les voyait par cette fente en pleine lumière ; elles lui semblaient animées. Le praxinoscope fournit un théâtre optique qui fonctionna à Paris au musée Grévin (1).

La synthèse du mouvement au moyen des dessins exécutés à la main d'après la fantaisie de l'artiste était forcément erronée. Pour obtenir un cinéma 2 exact, il fallait d'abord réaliser des images vraies avec le cinéma 1.

En 1849, un inspirateur, Faye, proposa de fixer par la photographie les phases successives du passage des astres. En 1861, Du Mont's conseilla l'emploi des photographies pour le zootrope. En 1863, Ducos du Hauron, — inventeur de la photographie en couleurs par trichromie, — prédit qu'on arriverait ainsi à donner des vues animées complexes.

En 1873, un précurseur, Cornu, prit quatre images successives du soleil sur une même plaque photographique.

En 1874, un autre précurseur, Janssen, fabriqua un revolver photographique pour étudier le passage de Vénus sur le disque solaire. A chaque coup la plaque sensible se déplaçait et venait s'impressionner dans la lumière du revolver. Mais le temps de pose était prolongé. On ne pouvait décomposer ainsi le mouvement d'un être animé.

Pour réaliser le cinéma 1, il fallait qu'au préalable, les initiateurs chimistes découvrent des réactifs assez sensibles pour obtenir des photographies rapides. L'histoire de cette découverte est longue et complexe, depuis Gaudin, qui en 1861, fabriqua des plaques au gélatino-bromure d'argent, jusqu'à Ch. Bennett qui, en 1878, reconnut que le bromure d'argent augmentait beaucoup sa sensibilité quand il digérait plu-

(1) Pour être complet, il faudrait encore signaler les Directeurs ou animateurs. Il s'agit pour eux de différence dans le mode de travail, non dans le résultat. Le directeur donne les idées ou directives qu'il imagine pour arriver à la découverte et fait travailler à leur réalisation ses subordonnés, élèves ou employés. Cette pratique existe en plusieurs laboratoires allemands et américains. Edison, Ehrlich, ont ainsi réalisé leurs principales découvertes.

(1) Pour plus de détails voir : E.-J. Marey. *Le Mouvement*, Paris 1894, page 298. — Eug. Trutat. *La Photographie animée*, Paris 1899. — G. Démeny. *Les Origines du Cinématographe*, Paris H. Paulin, éditeur, Paris, vers 1909.

sieurs jours à la température de 32°. Van Monkhoven découvrit que l'ammoniaque possède les mêmes propriétés, et, dès 1880, il fabriqua des plaques qui s'impressionnaient en une fraction minime de seconde.

De suite, les chercheurs appliquèrent cette découverte au cinéma 1. A la fin de 1878, en Amérique, Muybridge représenta les phases d'un cheval au galop par une série de silhouettes réelles. Il les obtint en disposant une batterie d'appareils photographiques le long de la piste où courait l'animal. Celui-ci rompait successivement les fils tendus sur son parcours. Chaque rupture produisait un contact électrique, qui, en déclanchant l'obturateur, permettait la prise intantanée du mouvement. Puis il projetait ces photographies au moyen du phénakisticope. Le résultat était nouveau, le dispositif également, non les appareils. Anschutz de Lissa et Londe de Paris perfectionnèrent les essais de Muybridge.

En 1882, Marey (1) construisit un fusil photographique sur les principes du revolver de Janssen. Visant l'oiseau en plein vol, il obtint sur la plaque tournante douze images par seconde (2), nombre insuffisant pour l'analyse du mouvement de l'aile.

La même année, Marey réalisa « la Chronophotographie sur plaque fixe ». Faisant tourner au-devant de la plaque un disque obturateur percé de fentes, il obtint un grand nombre d'épreuves. Mais celles-ci n'étaient distinctes que si la vitesse de l'objet était assez grande pour qu'elles ne se superposent pas.

Fusil photographique et chronophotographie sur plaque fixe sont des appareils précurseurs, remplissant mal le but.

II. — L'inventeur. Le Cinéma est réalisé

Le cinéma 1 ne put être trouvé qu'après la pellicule sensible.

L'histoire de cette dernière est aussi complexe que celle du cinéma. Dès 1851, Legray employait un papier à la cire ; dès 1857, Corbin se servait de la pellicule au collodion. En 1879, Ferrier inventait le gélatino-bromure sur pellicule. En 1885, l'américain Eastmann enroulait la pellicule sur une bobine et fabriquait le Kodak.

Comme tous les savants, Marey tourna autour de la vérité avant de la voir. Il essaie un appareil avec plaque de verre mobile : les résultats étant imparfaits, il ne les publie pas. En 1888, il opère encore avec un miroir tournant qui réfléchit l'image dans l'appareil photographique sur des points différents de la plaque immobile. A la même époque il emploie la pellicule mobile. Il regardait les deux solutions comme d'égale valeur et les présentait dans une même note à l'Académie des Sciences (1).

Lentement, en tâtonnant, il arrive à concevoir la supériorité du déplacement de la pellicule. Tant il est vrai que la découverte ne sort pas d'un coup du cerveau du génial, comme Minerve du crâne de Jupiter. Elle se développe lentement, par étapes, et celle réalisée par un seul savant rappelle en petit celle obtenue par les efforts de plusieurs séries, et parfois de plusieurs générations de chercheurs.

Marey imagine enfin un dispositif permettant de déplacer la surface sensible : il enroule la pellicule sur une première bobine, puis la déroule et la fait passer devant l'ouverture où elle prend l'image, l'enroule enfin sur une seconde bobine. Il faut arrêter la bobine quand l'obturateur s'ouvre. Il y arrive d'abord au moyen d'un électro-aimant, puis d'une pince fixe (2).

Appareil et résultats sont nouveaux. Marey voit ainsi les mouvements rapides que l'œil ne peut observer directement : galop du cheval, course, saut de l'homme, vol des oiseaux, etc., et il communique ses nombreuses études à l'Académie des Sciences. Avec son appareil qu'il dénomme « Chronophotographe » il agrandit la vision humaine dans le temps, comme le microscope l'avait agrandie dans l'espace. Son appareil augmente la visibilité des mouvements comme le microscope avait augmenté la visibilité des formes. Il permet de voir l'infiniment petit dans le temps, comme le microscope a permis de voir l'infiniment petit dans l'espace... Il deviendra l'instrument du physiologiste comme le microscope est l'instrument de l'histologiste. *Marey est incontestablement le père du cinéma* (3).

(1) E.-J. Marey, né à Beaune (Côte-d'Or), le 5 mars 1830, mort à Paris, le 15 mai 1904.

(2) E.-J. Marey. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 7 août 1882.

(1) Modification de la Chronophotographie. (Comptes rendus Ac. Sciences 1888., t. 107, p. 607).

(2) Décomposition des phases d'un mouvement au moyen d'images photographiques successives. Idem, page 677.

(3) Il l'est au double point de vue scientifique et industriel. (Voir Marey : Appareil Chronophotographique applicable à l'analyse de toutes sortes de mouvements. C. R. de l'Académie des Sciences du 3 novembre 1890, t. 111, p. 626, et Appareil chronophotographique applicable à l'analyse de toutes sortes de mouvements. Brevet d'invention n° 231.209 du 29 juin 1893). Le brevet Démeny dont nous parlons plus loin est du 10 octobre 1893.

Son chronophotographe donne de bons résultats, mais il est encore imparfait. La pellicule continue parfois son chemin malgré la mâchoire de fer qui la serre puis la quitte brusquement ; alors les images correspondantes sont floues. Mais surtout les images n'étant pas équidistantes, on ne peut projeter le film dans le cinéma 2. Il faut en faire des positifs, découper les images, puis les coller dans le phénakisticope. Ainsi agirent Muybridge, en 1882, puis Anschutz, enfin Démeny en 1892 (1).

III. — Les perfectionnements. Le Cinéma s'améliore

Deux perfectionnements majeurs sont apportés au cinéma, le repérage précis des images au moyen de la perforation de la pellicule, le tirage régulier au moyen de la came Démeny et de la griffe Lumière.

La came du cinéma fut inventée par Georges Démeny. De l'avis unanime des spécialistes, elle constitua un perfectionnement majeur. La pince de Marey donnait à la pellicule un arrêt et un départ brusque, la came de Démeny lui donna un arrêt doux, s'effectuant suivant une courbe sinusoïdale, de plus le départ est moins brusque, mais il l'est encore.

Démeny n'est pas l'inventeur du cinéma comme quelques journalistes l'ont proclamé après sa mort, survenue le 26 décembre 1917 (2). Lui-même a déclaré n'être qu'un perfectionneur : « Je suis accusé, écrit-il, de m'attribuer la paternité de la chronophotographie, quand tous mes articles et toutes mes conférences en indiquent, avec la plus entière bonne foi, l'origine et font constamment la louange de Marey ».

Démeny a raconté comment il découvrit la came et son récit montre le rôle que joue dans la découverte l'inconscient aidé d'une réflexion préalable : « J'étais, dit-il, à table, quand on m'apporta une carte de visite ; je la tournai et retournai dans la main en pensant toujours à la solution de mon problème. Puis, sans réfléchir, j'enroulai autour de cette carte un bout de fil qui était à ma portée, et je m'écriai : ça y est, j'ai trouvé mon affaire. En tournant la carte, le fil s'enroulait d'une façon continue mais son extrémité s'avançait par saccades avec des arrêts sucessifs, c'était justement le mouvement que je voulais donner à ma pellicule. L'appareil fonctionna très bien » (1).

La découverte de la came provoqua des contestations d'ordres divers. Il est intéressant de les mentionner, car elles montrent les rivalités entre inventeurs. Démeny, préparateur de Marey, avait breveté un appareil concurrent de celui du maître (2). Celui-ci en fut justement blessé et l'obligea à quitter son emploi. Plus encore, il l'accusa de s'être approprié son bien. Dans une conférence au Conservatoire des Arts et Métiers, le 29 janvier 1899, il s'exprime ainsi :

« Pendant que je poursuivais ces recherches, j'appris que mon préparateur qui connaissait bien mon chronophotographe pour s'en être servi maintes fois à la station physiologique, avait fait breveter cet appareil sous son propre nom. Pour que la chose fût possible, il avait introduit dans la construction de l'instrument une modification bien connue dans mon laboratoire mais que je n'avais pas employée » (3).

Comme biographe nous devons tenir compte des seuls faits : Marey reconnaît n'avoir pas employé la came Démeny. Or celle-ci, en donnant à la pellicule un mouvement intermittent, contitue un perfectionnement majeur. Il faut donc conclure que, s'il l'a connue, il en a méconnu la valeur.

Démeny avait breveté son appareil avec l'espoir de faire fortune. Il porta son invention à la Société du Phonoscope, puis à Léon Gaumont. Or, « il rentra, dit-il, péniblement dans ses débours, mais ne gagna pas d'argent » (4). Sa déconvenue forme le leit-motiv de sa petite brochure sur les « Origines du Cinématographe ». Certes, déplorons avec lui que la plu-

(1) L. Démeny. Note Acad. Sciences, 27 juillet 1891. Brevet 3 mars 1892.

(2) Le *Matin*, 13 janvier 1918. Echos L. Forest.

(1) Cf. Démeny. Les Origines du Cinématographe. Paris. H. Paulin, éditeur. Vers 1909.

(2) Démeny. Appareil destiné à prendre des séries d'images photographiques à des intervalles de temps égaux et très rapprochés sur une pellicule sensible. Brevet du 10 octobre 1893, n° 233.337. Addition 27 juillet 1894.

(3) E.-J. Marey. La Chronophotographie. Extrait des Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, 3e série, t. 1, p. 26. Cette accusation a été répétée dans une lettre écrite par Marey au Directeur du « *Gymnaste* » quelques jours avant sa mort. Démeny dans sa brochure sur les origines de la cinématographie ne parle que de cette dernière lettre. Voir l'*Avion* nos 1, 7, 14 mars et 4 avril 1909. Il reproduit les lettres élogieuses que le maître lui a écrites de 1880 à 1894 et qui prouvent sa dévouée et constante collaboration.

(4) Déjà cité, page 30.

part des inventeurs ne s'enrichissent pas (1). Mais reconnaissons une fois pour toutes, comme vérité absolue, que, dans la forme actuelle de la société, seule une découverte directement utile au public peut procurer un bénéfice matériel et qu'un seul de ses inventeurs qui est le metteur au point en profitera, à condition qu'il ne se fasse pas exploiter par un brasseur d'affaires. Si tous les chercheurs tablaient sur cette constatation, un plus grand nombre perfectionneraient et mettraient au point, beaucoup moins s'efforceraient d'inventer. Ainsi font-ils en Amérique.

En ce qui concerne Démeny, ce perfectionneur porta ses efforts sur le cinéma 1 qui n'est pas commercial. Pour le cinéma 2, il s'obstina à découper les positifs qu'il fixait dans le zootrope. Son associé commercial, Gaumont, explique que le brevet pris par Démeny le 10 octobre 1893, sous le n° 233.337, et son addition le 27 juillet 1894, concernent uniquement la prise de vue. D'ailleurs son cinéma 1 « était inutilisable pour la projection, car le champ d'éclairage était intercepté par le mécanisme d'entraînement » (2).

Ce n'est que lorsqu'il fut touché par la concurrence, après le succès de Lumière, qu'il prit, le 25 mai 1895, une nouvelle addition à son brevet, en vue de s'en assurer la propriété étendue à la réversibilité, et le 15 juin 1896 un brevet n° 257.257 dans le même but. Il était en retard.

La perforation fut apportée d'Amérique par Edison ; nous ne disons pas découverte, car ce point reste obscur.

La perforation de trous placés à des intervalles rigoureusement égaux sur une bande pour assurer son déroulement régulier fut appliquée à divers appareils avant de l'être au cinéma. Marey, notamment, s'en servit pour dérouler le ruban d'acier de son odographe (3). Edison prend en 1891, deux brevets pour le « kinétographe » et le « kinétoscope » (4). Il les garde secrets jusqu'en 1893, époque à laquelle il les publie sans mentionner la perforation. Il l'emploie pourtant ; elle est indiquée dans les récits des journalistes de l'époque, et Marey signale la priorité d'Edison (1). Mais Edison laisse Lumière, en 1895, breveter la perforation. On ne comprend cette conduite chez un savant aussi averti qu'en admettant que la perforation avait été découverte et appliquée avant lui. Nous ne savons par qui ; sur ce point nos recherches sont restées infructueuses ; ni Edison, ni Lumière, que nous avons questionnés, ne nous ont renseignés.

Grâce à la perforation, Edison, avons-nous dit, assure la parfaite régularité de déroulement de la pellicule. Pour son cinéma, ou « kinétographe », le progrès est mince. Il en est autrement pour son cinéma 2 ou « kinétoscope » : un film de 15 mètres s'y déroule sans fin sur un système de bobines ; son mouvement est régulier ; mais comme il est continu, sans arrêt, il faut, pour obtenir une impression nette de l'image, qu'elle soit vue durant un temps très court, inférieur à 1/7000e de seconde. Dans ces conditions l'éclairage, bien que pratiqué par transparence, de très près, avec une forte ampoule électrique, reste faible. Et le film n'est visible que pour une personne regardant par une fente ; il ne peut être projeté sur un écran pour une foule.

Edison le premier réalisa un cinéma 2 exploitable commercialement. Surexcités par cet exemple, les chercheurs surgissent en foule; les brevets se succèdent nombreux. L'appât du gain est un puissant mobile, mais le désir ne crée pas la capacité. On est frappé de la petitesse des résultats en comparaison de l'immensité des efforts. Il en est ainsi dans presque toutes les découvertes réalisées par les perfectionneurs à la recherche de la fortune.

L'idée d'utiliser le film du Cinéma 1 pour la projection est dans l'air. Les inventeurs s'emparent de la came Démeny, l'appliquent au cinéma 2. Suivant la loi, on a le droit d'appliquer un dispositif breveté à tout objet non spécifié dans le brevet. Il y eut contestation, consultation d'experts, et arbitrage favorable à Démeny parce que « la contrefaçon existait en tant que copie de certaines parties de son dis-

(1) Disons plus. Ils peuvent s'estimer heureux quand ils ne blessent pas les idées reçues, et n'ameutent pas contre eux les misonéistes. Combien ont espéré la fortune, qui furent cloués au pilori!

(2) Léon Gaumont et les Origines de la Cinématographie ; Cinéopse, oct. 1920, page 531.

(3) Marey. Nouvel Odographe C. R. Ac. des Sciences 1887, t. 104, p. 1592.

(4) Ces deux brevets sont pris le 24 août 1891 sous les n°s 403.535 et 403.536. En réponse à une demande de renseignement que nous lui fîmes, Edison nous explique qu'il tenta de les garder secrets, mais fut obligé, pour sauvegarder sa propriété, de les publier. Le premier fut publié le 21 février 1893, sous le n° 491.993 ; le second le 14 mars 1893, sous le n° 493.421.

(1) J. Marey. La Chronophotographie, Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, 3e série, t. I. 1899, extrait, page 26.

positif ». Mais tous ces cinéma 2 restent imparfaits. Citons celui de Léon Bouly qui, le premier, en 1893, imagine « un appareil réversible pour l'analyse et la synthèse des mouvements». Il le baptise du nom, aujourd'hui populaire et universel, de « Cinématographe » (1). Depuis, tous les cinémas sont réversibles : le cinéma 1 peut servir de cinéma 2. Mais en pratique on a avantage à employer deux cinémas légèrement différents.

IV. — Le metteur au point. Le Cinéma est exploitable commercialement

Les griffes furent inventées par les frères Lumière, spécialement par Louis, qui parvint ainsi à mettre au point le cinéma 2 (2). Au moyen de l'Excentrique Trézel (3), Louis Lumière communique à une paire de griffes un double mouvement de va et vient. Les griffes s'engagent dans les trous du film, l'accompagnent dans la partie descendante de sa course, puis l'abandonnent et le laissent en arrêt. L'arrêt correspond aux 2/3 d'un tour de l'excentrique, l'escamotage occupe l'autre tiers. Grâce à ce mécanisme le départ et l'arrêt sont progressifs et s'effectuent suivant un mouvement sinusoïdal. On peut ainsi augmenter la durée de l'éclairage qui est porté à un vingt-cinquième de seconde et projeter sur un écran les images agrandies.

Le 22 mars 1895 fut projeté le premier film représentant la sortie des ouvriers de l'usine Lumière. Le cinéma 2 allait conquérir le monde.

V. — Les finisseurs. Le Cinéma devient parfait

Le cinéma, mis au point, n'était pas parfait; les Finisseurs y apportent les derniers perfectionnements. En 1897, Edison brevète la perforation à quatre trous de chaque côté par image (4). Cette perforation détrône celle de L. Lumière qui est d'un trou de chaque côté. De plus les trous de la perforation dite « pas américain » sont rectangulaires et non circulaires comme le pas de Lumière. Enfin on coupe les angles du rectangle, on peut ainsi remplacer avec avantage l'excentrique Trézel par la Croix de Malte et on obtient une fixité parfaite (1).

L'invention du Cinéma montre bien la différence qui existe entre l'inventeur et les perfectionneurs. Marey inventa le cinéma, mais ne le perfectionna point. Pareil fait s'observe dans toutes les grandes découvertes. Inventer exige d'autres qualités que perfectionner.

Marey avait l'instinct de la Mécanique, mais il n'était pas du métier. Ancien interne des hôpitaux de Paris, il était avant tout médecin. De bonne heure, il s'adonna à l'étude des mouvements et fut porté à inventer des appareils nouveaux; il le fit avec l'esprit novateur du génial. Son élève Démeny fut violoniste avant de devenir son préparateur.

Ne pas être spécialisé dans le domaine qu'il explore, est souvent pour le chercheur un avantage. Il n'est point gêné par la multitude des erreurs acceptées comme vérités qui s'opposent au développement de toute pensée novatrice, empêchent même leur naissance. Pasteur n'était point médecin et il innova grandement dans la médecine.

En second lieu, qui invente — nous employons ce mot dans le sens spécial que nous lui avons donné — n'a point besoin d'une installation compliquée et coûteuse. J'ai travaillé chez Marey. Ce bourguignon, vif, gai, bienveillant et fin, avait en son hôtel un atelier où l'aidaient deux modestes ouvriers mécaniciens et quelques rares élèves.

Quand le cinéma passa dans la phase de perfectionnement, les qualités, qui pour Marey avaient été un avantage, devinrent un inconvénient. Un savoir très étendu, un excellent outillage sont nécessaires au perfectionneur, car l'appareil devient de plus en plus complexe et exige des organes multiples, précis, délicats (2).

Marey n'admit jamais les perfectionnements apportés au cinéma, la came, la pellicule perforée. Il affirme, dans son brevet de 1896, qu'il

(1) Léon Bouly. Brevet déposé le 27 décembre 1893, délivré le 16 mars 1894 sous le n° 235.100.

(2) Frères Lumière, brevet 13 février 1895. Quatre additions, dont 28 mars 1896 et 18 nov. 1896.

(3) L'Excentrique Trézel est identique à la came Lumière comme on peut s'en rendre compte à l'examen de la planche 29 de la « Méthode d'enseignement manuel », par Denis Poulot. Paris 1889.

(4) Edison, brevet 31 août 1897, sous le n° 589.148 et 30 sept. 1902 sous le n° 12.037.

(1) Pathé a breveté la Croix de Malte. Qui l'a inventée?

(2) Cette distinction est importante. Les nations où la science est mal subventionnée peuvent avoir de nombreux inventeurs, si la classe intellectuelle y est nombreuse. Mais seuls les pays où la science est largement subventionnée ont des perfectionneurs et des metteurs au point. Ceux-ci s'enrichissent et enrichissent leur patrie en fondant de nouvelles industries.

peut s'en passer (1). Dans les derniers temps de sa vie, les grands industriels, qui venaient lui rendre visite, se répandaient en éloges sur son cinéma et par derrière, se moquaient du « clou du père Marey ». Nous ne craignons point de révéler ces détails. Le génial n'a que faire des éloges de ses biographes. Mieux que tous les dithyrambes, ses découvertes chantent sa gloire. L'appareil, qui était devenu un clou, reste le premier cinéma, et Marey en fut le père.

Quelques années avant sa mort, Marey fonda au Parc des Princes, à Boulogne, à côté de la Station physiologique où il avait travaillé la plus grande partie de sa vie, l'Institut international qui porte son nom.

Là sont écloses les dernières inventions. M. Bull y a étudié les mouvements les plus rapides, vol des insectes, projection des balles, en portant les images à plusieurs milliers par seconde, grâce à l'étincelle électrique. On parle maintenant de soixante, même de cent mille images à la seconde ! M. Noguès y a inventé l'ultra-cinéma avec lequel il obtient à la seconde jusqu'à quatre cents images, celles-ci normales et projetables sur l'écran. N'est-ce pas là qu'on réalisera un jour les nouveaux progrès qui ne sont encore qu'à l'état de rêve, le cinéma en relief et le cinéma artistique ?

L'Institut Marey où, sous un monument, reposent les cendres du Maître, devrait devenir un lieu de pélerinage pour les fanatiques du Cinéma, et ils sont nombreux.

Docteur Félix Regnault.

(1) Brevet n° 257.178 pris le 25 septembre 1896 pour un chronophotographe reversible projecteur. « Cet appareil est perfectionné de telle sorte que la perforation de la bande pelliculaire ne soit pas nécessaire ». Brevet d'addition, 5 février 1897, 5 octobre 1898, et 24 mai 1899 n° 289.167.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1921).

Analyse. 1. Poursuivant ses beaux travaux (1) sur l'équation $G[R_1(Z)] = R_2[G(Z)]$, M. *Gaston Julia* se propose de déterminer les cas où cette équation possède des solutions G(Z) méromorphes dans tout le plan sauf en 1 ou 2 points essentiels. Il montre qu'il ne peut en être ainsi que dans deux cas qui se ramènent à $R_1(Z) = Z^k$ et à $R_1(Z) = P(Z)$[P, polynome en Z]. Les résultats de sa dernière Note (2) permettent alors d'affirmer que *l'équation* ne peut avoir de solution méromorphe (non rationnelle) que si E'_{a_2} *recouvre tout le plan.*

2. M. *Emile Borel* envisage les jeux où le gain dépend du hasard et de l'habileté des joueurs ; et il recherche si, parmi les différentes manières de jouer, il en est de meilleures que les autres. Tout d'abord, il y en a qu'on peut qualifier de *mauvaises* ; et l'Auteur montre comment on peut les écarter *a priori*. Supposons qu'il en reste n ; dès que $n > 3$, on peut établir qu'en général, quelle que soit la variété introduite par un joueur dans son jeu, du moment que cette variété est définie, il suffit que son adversaire la connaisse pour pouvoir varier son jeu de manière à avoir un avantage ; en sorte que le calcul des probabilités ne sert qu'à l'exclusion des *mauvaises* manières de jouer, le reste étant affaire de psychologie. Ces considérations s'étendent aux probabilités continues et introduisent des équations intégrales à noyau symétrique gauche.

3. Comme le montre M. *René Lagrange*, le calcul différentiel absolu s'introduit tout naturellement lorsqu'on généralise le calcul différentiel classique en prenant comme variables indépendantes des intégrales curviliques $\omega_i = \int \Sigma a_{ik} dx_k$ En considérant le ds^2 d'une variété V_n comme somme de carrés de n expressions de Pfaff, on ramène l'étude des invariants ou des covariants de V_n à la théorie des transformations orthogonales.

4. Comme suite à sa récente communication, M. *J. Wolff* montre que « *toute fonction, holomorphe dans un domaine borné quelconque D, est*, dans tout domaine D_1, contenu avec sa frontière dans D, *représentable par une série* $\Sigma \frac{A_k}{z - \alpha_k}$, *les* α_k *étant dans D et* ΣA_k *convergeant absolument* ».

5 et 6. Les travaux de Cauchy ont montré qu'une fonction de variables réelles n'est pas obligatoirement déterminée par la connaissance de toutes ses dérivées en un point ; or, comme l'a établi Weierstrass, si ces dérivées sont telles que le rayon de convergence de la série de Taylor correspondante soit positif, la fonction sera bien déterminée : mais, réciproquement, *cette condition n'est pas nécessaire* ; l'existence de telles fonctions (dites *quasi-analytiques*) est une conséquence des profondes recherches de M. Borel. Or la condition de quasi-analycité formée par M. Borel se rattachait à sa théorie des séries divergentes. Plus simplement, M. *Arnaud Denjoy* montre qu'il suffit que, M_n étant le maximum de $|f_n(x)|$ sur ab, la série $\Sigma M_n^{-\frac{1}{n}}$ soit divergente pour que $f(x)$ soit déterminée : supposons $M_n < \alpha_n^{-n}$; le cas de $\alpha_n^{-1} = kn$ est celui des fonctions analytiques ; le cas de $\alpha_n^{-1} = kn \log n$ *introduit des fonctions différentes....*

(1) Cf. *Revue Scientifique*, 1922, n° 1, p. 18.
(2) Cf. *Revue Scientifique*, 1922, n° 1, p. 17.

Partant de là, comme le montre M. Emile Borel, on peut édifier toute une théorie des fonctions quasi-analytiques en étendant la méthode des fonctions majorantes.

7. Généralisant le problème qu'il a traité antérieurement. M. *Maurice Gevrey* aborde les équations d'ordre $2p$, du type elliptique à $m > 2$ variables ; sa méthode repose sur l'introduction d'une *fonction de Green*, qu'il obtient comme solution d'une équation de Fredholm.

Géométrie infinitésimale. Supposons que sur les éléments d'un certain ensemble de réseaux ou de congruences, on effectue indéfiniment les opérations focales, conjuguées, harmoniques : on obtiendra ainsi un *groupe* d'éléments, au sens de M. *C. Guichard*. Le groupe le plus connu est celui qui contient tous les réseaux O dans un espace d'ordre quelconque ; il peut être obtenu à partir des réseaux O du plan. Le *groupe* du *complexe linéaire* a été moins étudié ; M. C. Guichard en fait connaître diverses propriétés.

Cinématique. Soit $S_0, S_1, \ldots, S_n$ une chaîne ouverte à n articulations (vis, ou en particulier rotoïdes ou glissières rectilignes). Fixons S_0, et fermons la chaîne en fixant S_n d'une façon quelconque : ou bien la chaîne fermée sera déformable (fermeture ordinaire), ou bien il n'en sera pas ainsi (fermeture singulière). Toutes les chaînes fermées ordinaires peuvent être considérées comme connues ; et M. *Et. Delassus* fait la discussion des chaînes n'ayant que des fermetures singulières dans le cas où elles ne comportent que quatre membres.

Mécanique Céleste. Comme le montre M. *Gaston Bertrand* l'équation intégrale des marées statiques est toujours résoluble, quelle que soit la forme des continents ; et la méthode de Fredholm, combinée avec celle des approximations successives et l'emploi d'intégrateur approprié, permettrait d'étudier l'influence du bourrelet liquide, en présence des continents.

RENÉ GARNIER.

Physique du Globe

La rigidité de la terre d'après des expériences récentes. — La terre peut-elle être, dans son ensemble, considérée comme un solide parfaitement rigide ? Sous l'action des forces qui la sollicitent, les éléments dont elle est formée gardent-ils des distances invariables ? On sait que les roches voisines de sa surface, susceptibles, par exemple, d'être comprimées, ne satisfont pas à cette condition ; mais ces roches ne constituent qu'une pellicule de notre globe et leur déformabilité, dans l'ensemble de celui-ci, pourrait être inappréciable. Telles sont les questions qu'envisage M. Alliaume, professeur à l'Université de Louvain, dans une étude fort intéressante publiée dans la *Revue des Questions scientifiques*, de la Société scientifique de Bruxelles (janvier 1921). Nous montrerons, d'après ce travail, comment l'observation révèle une certaine élasticité de notre planète et nous mentionnerons les expériences récentes qui permettent une évaluation précise de sa rigidité.

1. Aux extrémités d'une barre solide, appliquons, par exemple, au moyen de barreaux transversaux, à la manière de manivelle, des couples de forces agissant dans des sens opposés ; ces forces tendent à faire tourner les sections extrêmes dans des sens opposés et à tordre la barre autour de son axe : l'angle des deux barreaux transversaux est proportionnel au couple appliqué, à la longueur de la barre et en raison inverse du carré de sa section. On peut appeler *coefficient de rigidité* le moment du couple qu'il faudrait appliquer, à chacune des extrémités d'une barre de section unité et de la longueur unité pour produire une rotation égale à 2π, supposer que la proportionnalité des couples aux déformations se conserve jusqu'à cette rotation de 2π. Dire, par exemple, que le coefficient de rigidité de l'acier est 800.000 kg. par cm² signifie qu'à chaque extrémité d'une barre d'acier d'un centimètre carré de section il faut appliquer un couple dont le moment vaut 800.000 : 10.000 (soit 80) dans le système centimètre-kilogramme pour que la torsion par centimètre soit égale à 2π : 10.000, c'est-à-dire à 0,04 grade.

2. Quel que soit le mouvement d'un solide indéformable autour d'un point fixe, les vitesses des différents points de ce solide sont les mêmes, à chaque instant, que si ce solide tournait autour d'une certaine droite, mobile à la fois dans l'espace et par rapport au solide et qu'on appelle *axe instantané de rotation*.

L'étude mathématique de la rotation d'un solide autour d'un point fixe fait intervenir trois coefficients A, B, C, appelés *moments principaux d'inertie*, dont la connaissance suffit à caractériser le corps tournant, dans l'étude de son mouvement, quelle que soit son hétérogénéité.

Dans une Terre constituée de couches homogènes sphériques, ces trois nombres seraient égaux, et l'axe instantané de rotation garderait une direction invariable, par rapport à l'ensemble des étoiles aussi bien que par rapport au globe. Dans une Terre constituée de couches homogènes ellipsoïdales de révolution et aplaties, deux de ces nombres seront égaux, les deux moindres, par exemple :

$$A = B ; A < C$$

Et l'axe instantané de rotation changera de direction d'une part par rapport à la Terre, d'autre part par rapport à l'ensemble des étoiles. Dans la Terre, il décrira un mince cône de révolution en un temps t égal, en jours sidéraux, au rapport du moindre moment à son déficit vis-à-vis du plus grand :

$$t = \frac{A}{C - A}$$

Mais ce rapport règle le déplacement de l'axe terrestre dans l'ensemble des étoiles, et par conséquent le grand phénomène de la précession de l'équinoxe. Or, la précession de l'équinoxe rend variables les positions des étoiles par rapport à l'équateur, et de ces variations se déduit la vitesse de la précession : la vitesse angulaire de l'équinoxe dans l'écliptique est de 50'' par an. Le nombre que l'on en tire pour le rapport des moments d'inertie est :

$$\frac{A}{C - A} = 305$$

Dans une Terre indéformable, ellipsoïdale de révolution, l'axe instantané de rotation accomplirait donc son petit mouvement conique en 305 jours sidéraux, ou, en nombre rond, 10 mois.

Ce déplacement de l'axe doit entraîner une variation de la latitude. Dès 1850, effectivement, la latitude de quelques Observatoires fut reconnue variable. Les déterminations de la latitude furent systématisées vers 1890 et on reconnut que la plus grande part de leurs variations doit être attribuée à un déplacement du pôle. En 1891 l'astronome américain Chandler réussit à montrer que l'oscillation polaire résulte de la superposition de deux oscillations, l'une dont la pério-

de est de 12 mois, l'autre dont la période est de 14 mois environ.

La première de ces périodes, qui se confond avec le cycle des saisons, peut s'expliquer par les phénomènes météorologiques que celles-ci ramènent, comme les modifications atmosphériques et l'accumulation des glaces dans le voisinage d'un pôle en même temps que leur fonte partielle dans le voisinage de l'autre. Quant à la substitution des 14 mois trouvés aux 10 mois prévus elle tient comme l'a montré Newcomb à ce que la rigidité de la Terre n'est pas parfaite : « Vous cherchez, écrit-il, une période de dix mois, mais comment l'avez-vous calculée ? En attribuant à la Terre une rigidité parfaite. Supposez que la Terre, comme tous les solides que nous connaissons, cède dans une certaine mesure aux forces qui lui sont appliquées : ce n'est plus une période de dix mois que donneront vos calculs. Sera-t-elle augmentée ou diminuée ? Elle sera augmentée, car chaque tendance à un déplacement de l'axe instantané fait naître, sous l'action de la force centrifuge, une déformation de la Terre qui tend à garder à celle-ci sa forme de révolution autour de l'axe de rotation mobile. Cet axe est ralenti, et la période de son mouvement conique est d'autant plus allongée que la Terre est moins rigide ».

Si la Terre était homogène et isotrope on aurait ainsi un moyen simple de calculer le coefficient de rigidité de la substance qui la constitue. En réalité on sait qu'il est loin d'en être ainsi puisque la densité moyenne des couches superficielles est comprise entre 2,5 et 3, tandis que la densité moyenne de l'ensemble du globe tout entier est voisine de 5,5. Le problème est alors plus compliqué. La rigidité que l'on cherche est celle d'un corps solide homogène et isotrope ayant les dimensions de la Terre et qui, dans son ensemble, réagirait de la même manière que celle-ci aux forces qui lui sont appliquées : c'est la *rigidité efficace* de la Terre. Le problème, purement mathématique, revient à déterminer quel doit être le coefficient de rigidité efficace de la Terre pour que la période du mouvement de son axe instantané de rotation soit égale à quatorze mois. On a ainsi trouvé un coefficient voisin de celui de l'acier et d'environ 800.000 kg. par cm².

3. La Terre est plongée dans un champ de forces variables d'un point à l'autre et d'instant en instant. Si le mouvement des corps voisins de sa surface est étudié par rapport à l'ensemble des étoiles, ce champ de force peut être considéré comme la superposition des champs de forces dûs aux attractions de la Terre, du Soleil et de la Lune ; les attractions planétaires et stellaires sont pratiquement négligeables. Ce champ résultant varie donc avec les positions du Soleil et de la Lune ; d'où une oscillation de la verticale qui peut être considérée comme la superposition de petites oscillations élémentaires dues les unes au Soleil, les autres à la Lune et dont chacune est caractérisée par sa période. On y distingue principalement, pour chaque astre, une onde semi-diurne et une onde diurne, dues à la circulation de chaque astre autour de la Terre considérée comme immobile, puis, pour le Soleil, une onde semi-annuelle et, pour la Lune, une onde semi-mensuelle, dues respectivement à l'oscillation annuelle et mensuelle du Soleil et de la Lune par rapport à l'équateur.

Si la rigidité était nulle, la Terre céderait parfaitement à chaque instant aux forces qui la sollicitent ; elle s'adapterait sans cesse à une surface de niveau, et les variations de la verticale échapperaient au physicien, les points de repère au moyen desquels il l'étudie se déplaçant avec elle; si, au contraire, la Terre était indéformable, les déviations de la verticale s'observeraient dans toute leur amplitude.

La Terre ne possède qu'un certaine rigidité ; elle cède partiellement aux efforts qui l'affectent. Les points de repère des physiciens témoigneront des oscillations de la verticale réduites dans un rapport d'autant moindre que la Terre est plus rigide. Il existe une relation au moyen de laquelle, connaissant le rapport des amplitudes observée et théorique, on peut calculer le coefficient de rigidité. Or, les oscillations théoriques maxima, dans le cas d'une rigidité parfaite, peuvent se calculer. Si l'on parvient donc à mesurer les oscillations apparentes, leur rapport aux oscillations maxima donnera le coefficient de rigidité de la Terre.

L'appareil utilisé ne peut qu'être équivalent à un fil à plomb de très grande longueur : niveaux très sensibles observés par A. d'Abbadie dès 1837 ; bain de mercure construit par le même physicien pour réfléchir les rayons émanés d'un point fixe ; long pendule à axe horizontal dont les oscillations sont amplifiées (lord Kelvin, 1878, G. et H. Darwin, 1879) ; pendule dit horizontal dont l'axe est à peu près vertical (Hecker, 1907).

Jusqu'au pendule horizontal, toutes ces tentatives ne mirent en évidence qu'une oscillation diurne qu'il fallut attribuer à l'échauffement par le Soleil du sol environnant. Le pendule horizontal, au contraire, se montra suffisamment sensible. Deux appareils sont placés dans des plans perpendiculaires de manière à recueillir les composantes du déplacement de la verticale dans deux plans inclinés de 45° sur le méridien du lieu. Le résultat révèle une oscillation diurne due au rayonnement solaire ; mais, combinant les résultats des observations de manière à effacer la partie diurne du phénomène, on trouve encore un résidu manifestement lunaire semi-diurne. Son rapport à l'amplitude maxima théorique de l'onde lunaire semi-diurne fournit la solution du problème.

Les observations faites par ces méthodes conduisent pour ce rapport, à des valeurs voisines de 0,65, ce qui correspond à une rigidité de l'ordre de celle de l'acier. En réalité les mesures étaient bien peu concordantes entre elles et peu précises; aussi le grand physicien américain A. A. Michelson vient-il de reprendre la même étude par une méthode entièrement différente, qu'on peut rattacher aux premières recherches de d'Abbadie.

D'Abbadie installait, au fond d'un puits, un bain de mercure et s'en servait comme d'un miroir pour observer les variations de la verticale, constamment perpendiculaire à ce miroir. — Remplaçons le mercure par de l'eau et étendons la nappe liquide jusqu'à en faire un étang circulaire de 100 mètres de rayon ; si le bord cylindrique de l'étang est finement gradué, par une série de circonférences parallèles, dans des sections horizontales, trois lectures faites au même instant dans des azimuts différents fixeront la position du plan liquide à cet instant et, par conséquent, la direction de la verticale. L'étang peut d'ailleurs se réduire à deux canaux diamétraux perpendiculaires qui peuvent même être constitués par des canaux indépendants.

C'est ainsi que, dans les terrains de l'Observatoire, Yerkes, de l'Université de Chicago, Michelson fit creuser deux tranchées de six pieds de profondeur et de

cinq cents pieds de longueur, l'une dans la direction nord-sud, l'autre dans la direction est-ouest. Dans chacune, il fit placer et recouvrir un tube horizontal à demi rempli d'eau, et terminé à chaque extrémité par un cylindre que ferme une lame verticale de verre, accessible dans une cave d'observation. Derrière cette glace, une aiguille verticale tournée vers le haut effleure le niveau de l'eau ; la distance de sa pointe à l'image de celle-ci, par réflexion totale sur la surface libre vue par en-dessous, vaut deux fois la distance à la surface ; elle est observée au moyen d'un microscope micrométrique horizontal étalonné pour l'observation sous l'eau.

Les lectures ont été faites d'heure en heure ou de deux heures en deux heures, de fin septembre à fin novembre 1913. Les résultats présentent une concordance satisfaisante, et l'on en déduit, pour le rapport des amplitudes observée et théorique, dans le sens nord-sud comme dans le sens est-ouest, 0.710.

En publiant ses premiers résultats, Michelson avait annoncé des mesures plus précises dans lesquelles le microscope serait remplacé par l'interféromètre. Pour l'adaptation de l'interferomètre à la mesure des variations du niveau liquide dans chaque réservoir, un miroir horizontal se trouve sous la surface de l'eau, à très peu de distance de celle-ci. L'œil de l'observateur reçoit à la fois deux rayons lumineux émanés de la même source, l'un réfléchi sur le miroir immergé, après double traversée de la mince couche d'eau, l'autre réfléchi sur un miroir non immergé. Les franges d'interférence se déplacent en même temps que varie l'épaisseur de la couche liquide, d'où le moyen de mesurer, à chaque instant, cette épaisseur. A l'observation visuelle a été substituée un enregistrement photographique continu.

L'analyse des oscillations périodiques du niveau de l'eau a dégagé l'influence des ondes semi-diurnes lunaire et solaire et de l'onde diurne lunaire. Le rapport de l'amplitude observée de l'oscillation de la verticale à son amplitude théorique, pour une terre parfaitement rigide, s'est exprimé par des nombres bien groupés et la valeur moyenne de ces nombres est égale à 0.690.

Le coefficient de rigidité de la Terre est donc très voisin de 720.000 kg. par cm², approché par défaut de celui de l'acier. A. Bc.

Aviation

Avions sans moteur. — Dans une étude très documentée que publie *Marseille-Auto,* le Dr Amans appelle l'attention sur l'importance, généralement insoupçonnée chez nous, des résultats acquis, en Allemagne, avec les *Motorlosen Flugzeng* (machine à voler sans moteur). Un de ces engins a parcouru 7.800 mètres, en descendant d'une colline, d'une hauteur de 500 mètres. Cette trajectoire, comparée aux 10 mètres franchis par notre *Aviette* doit faire réfléchir ceux qui ont pour mission de surveiller ce qui se passe chez nos voisins. De prime abord, il ne s'agit que de vols planés, de manœuvres d'atterrissage, comme dans les expériences anciennes de François Le Bris, de Lilienthal, de Chanute, ou encore dans les descentes, moteur éteint, des aéroplanes actuels. Cependant, les apparences ne donnent pas une idée exacte des tendances et des buts.

On peut, en locomotion aérienne par le « plus lourd que l'air », distinguer le *vol actif*, celui qui est produit par l'énergie interne de l'appareil (muscles ou moteur), et le *vol passif*, commandé par une force externe (courants aériens). En réalité, le vol est à la fois actif et passif, et d'ailleurs une autre force, la pesanteur, est toujours présente. La pesanteur est constante, mais les courants d'air sont très variables, de direction et d'intensité, et l'on ne saurait compter sur leur utilisation exclusive pour assurer le fonctionnement régulier d'un service aérien. Il y a, néanmoins, en France et ailleurs, des enthousiastes du vol sans moteur, en imitation du vol à voile. Les écrits de Mouillard n'ont pas peu contribué à créer cet engouement, mais les admirateurs du vautour et de l'albatros oublient de regarder les pectoraux de ces deux as : si la nature leur a octroyé de pareils muscles, c'est apparemment pour qu'ils s'en servent, à l'occasion, et, de fait, quand le milieu atmosphérique cesse d'être favorable au vol à voile, les deux voiliers battent de l'aile.

Il faut reconnaître que cet effort paraît leur coûter, car le vautour ,surtout, préfère rester perché, plutôt que de faire du vol par battements. Mais, quoi qu'il en soit, nous voyons bien que si le vol sans moteur est une utopie, il y a tout de même intérêt à se servir du moteur le moins souvent possible. De même, en navigation aquatique, un navire exclusivement à voile est immobilisé par temps calme ; il est indispensable d'y ajouter un moteur, si l'on veut sortir par tous les temps, mais le clipper idéal est celui qui fait le moins souvent usage de son hélice.

La qualité essentielle de l'avion sans moteur, c'est la *finesse*, le rapport de la traînée à la montée : l'appareil est d'autant plus fin qu'il éprouve moins de résistance à filer dans l'air. A la fin du XVIIIe siècle, Cawley, observant un vol plané de corbeau, avait noté un angle de 6° seulement au-dessous de l'horizon de départ, ce qui correspond à un rapport de 10 %. Ce rapport avait été trouvé aussi au laboratoire ; mais, en réalité, avant la guerre, le rapport d'un avion en plein vol était plutôt de 20 %. M. Bréguet pense que l'on arrivera à 5 %. Dans ces conditions, le propulseur n'aurait à donner qu'une poussée de 50 kilos par tonne, et l'on comprend l'énorme supériorité économique d'un bon glisseur sur un hélicoptère. On comprend aussi l'acharnement que mettent aujourd'hui les Allemands à perfectionner la finesse.

Le Rhön est le nom de la colline d'où descendent les avions concurrents. Il s'agit d'atterrir le plus loin possible, et certains ont réalisé le rapport de 6 %. Les oiseaux font certainement mieux, mais en faisant jouer les muscles manœuvriers : tâchons de les imiter. C'est d'ailleurs à quoi tendent les expériences en cours : on ne se contente pas de perfectionner des formes rigides, on tâche de les modifier en cours de vol. On essaie, par exemple, de remonter plus haut que le sommet du Rhön, en utilisant les pulsations de l'atmosphère ; certaines ailes sont susceptibles de flexion et d'extension, probablement aussi d'une rotation longitudinale, ce qui permet, à un moment donné, de freiner ou de monter plus haut, en sacrifiant la vitesse à la hauteur.

Cette dernière manœuvre caractérise aussi les aviettes, ou bicyclettes à ailes : le cycliste « tricote », puis, quand il est à son maximum de vitesse, il augmente l'incidence des ailes : si le mouvement est bien exécuté et la vitesse suffisante, l'appareil bondit, et l'on peut dire que l'homme a décollé par ses propres muscles ; mais peut-on réellement appeler cela un vol ? C'est tout au plus un exercice de réglage de l'incidence des ailes, pour les débutants dans l'art du vol plané. Ce n'est point, comme on l'a écrit dans l'*Auto*, un

but dont les appareils du Rhön seraient une étape inférieure ; c'est plutôt l'inverse, et les appareils du Rhön sont d'une classe supérieure .Il est séduisant, à première vue, de décoller par les moyens du bord, sans faire intervenir la gravitation, mais on reste si peu de temps en l'air ! Le Dr Amans admet que les progrès de l'Aviette l'amènent à rivaliser avec les poissons volants, à faire des bonds de 100 mètres, mais c'est là une trajectoire trop courte pour se perfectionner dans l'art de voler.

Et la conclusion de l'auteur est que les appareils allemands constituent une étape de l'aviation, dont il pourrait être dangereux, chez nous, de ne pas tenir compte : « Il faut, dit-il, rendre cette justice aux Allemands, que, s'ils sont parfois longs à trouver une porte, il s'y précipitent une fois trouvée, en bataillons serrés, et le progrès est au bout. *Caveant consules* ». (*Marseille-Auto*, 1er novembre 1921).

Depuis la publication de cette étude, la réunion d'un Congrès d'aviation sans moteur a été décidée à Paris. Organisé par l'Association française aérienne et présidé par M .Laurent Eynac, sous-secrétaire d'Etat à l'Aéronautique, ce Congrès a pour but de fixer les bases de nouvelles recherches sur le vol sans moteur et de préparer le programme du Concours d'aviation sans moteur prévu pour la période du 6 au 20 juillet 1922. E. C.

Géologie

Causes possibles des associations minérales. — On sait que les espèces minérales ne se présentent pas à l'état isolé ; elles ont les unes, pour les autres des sympathies, des *Relations Paragénétiques* prouvant que certaines lois ont présidé à leur naissance et ces *Associations minérales* ont toujours beaucoup intéressé les prospecteurs et les géologues.

Elles ont un intérêt théorique et un intérêt pratique.

Le Docteur Achalme : « Les édifices physico-chimiques » (Paris, Payot, 1921, p. 119) est revenu récemment sur cette question.

Il note l'exemple du quartz SiO^2 (PM=60) et la pyrite de fer FeS^2 (PM = 120) à poids moléculaires doubles, l'un de l'autre et si fréquemment associés.

De l'acide titanique TiO^2 (PM = 80) et du sulfure de molybdène MoS^2 (PM=160).

Du wolfram, dont l'un des constituants le tungstène (PM=184) a exactement le poids moléculaire de son satellite le zircon ZrO^2, SiO^2.

Des filons stannifères (Sn=238) et des minerais d'uranium (Ur=119) qui pèse moléculairement exactement la moitié de l'étain.

Il y a là, une série de coïncidences qui montrent que dans son puissant laboratoire, la nature a pu réaliser des transformations atomiques, irréalisables pour nous, comme elle y produit des réactions que nos chimistes ne savent pas encore reproduire.

Les règles des associations minérales qui avaient tant frappé les vieux prospecteurs, laissent peut-être entrevoir des relations dues à des formations par transformations atomiques. P. L.

Biochimie

Le manganèse normal des végétaux. — La question de la présence du manganèse dans *toutes les plantes* vient d'être tranchée avec les recherches de MM. Gabriel Bertrand et de Mme Rosenblatt. Il n'y a pas d'exception, comme le croyait Maumené. Avec une méthode analytique sensible, on obtient toujours un résultat positif. Il y a certainement des teneurs très variables de manganèse, suivant les espèces et les diverses parties des végétaux. Dans les feuilles de thé, la quantité de manganèse est quelquefois suffisante pour donner la couleur verte des manganates alcalins aux cendres. Pour rechercher et doser le manganèse, on utilise la réaction de Volhard de l'action oxydante du mélange bioxyde de plomb et acide azotique, avec une technique particulière (Bull. Soc. Chim. 1911 t. 9 p. 361). Les quantités de manganèse dosées varient, suivant les plantes, de 12 mg. à 0 mg. 15 pour 100 gram. de plantes sèches soit une quantité comprise entre un peu plus du dix millième et trois deux millionièmes. Les teneurs les plus faibles ont été relevées dans l'ail, 0,15; les oranges, 0,31; les oignons, 0,56; le raisin dont la pulpe contient 1 mg. 81 par 100 gr. de substance sèche, tandis qu'on avait trouvé 5,67 dans les pépins et 12.74 dans la rafle; la fraise contient plus de 4 mg.. Si on rapporte cette quantité aux cendres, celles-ci renferment 146 mg.9 de manganèse pour 100 gr., soit une teneur de quinze dix-millièmes. Le fait de la présence du manganèse normal et de son rôle bio-chimique étudié par M. Bertrand est bien établi. A. R.

Hygiène

Sur le « rouge » des salaisons. — Chargé, au début de la guerre, de l'inspection technique des stocks de salaisons, accumulés dans les Magasins du Camp retranché de Paris, nous avons pu faire une étude complète des altérations propres à ces denrées et en particulier du « Rouge ».

Denrées atteintes. — « Le rouge » est une altération commune à toutes les salaisons. Elle est particulièrement fréquente et grave sur la morue; mais nous l'avons constatée également sur les lards et les jambons de provenance américaine, les anchois d'Italie, et aussi sur quelques lots de salaisons et de jambons français. Enfin, nous l'avons artificiellement provoquée sur toute substance organique saturée de sel.

Caractères macroscopiques. — Cette altération est essentiellement caractérisée par la formation, à la surface des salaisons, d'un enduit gluant et visqueux, dont la teinte va, suivant l'intensité, du rose au rouge lie de vin. Cet enduit se détache par le grattage ou le brossage; au contact de l'eau, il se gonfle comme le ferait un mucilage et donne une émulsion louche et filante analogue à du mucus.

Caractères microscopiques. — L'examen d'un frottis coloré par les méthodes usuelles met en évidence une grande variété de microbes et de moisissures, parmi lesquels on peut trouver les nombreux germes déjà décrits comme agents du « rouge » (Mégnin, Le Dantec). Mais, faits intéressants et qu'explique le résultat de nos recherches :

1° La quantité de microbes ainsi mis en évidence n'est nullement en rapport avec la quantité d'enduit rouge étalé en frottis;

2° Les germes diffèrent souvent d'une préparation à l'autre;

3° Dans toute préparation, il existe un fond plus ou moins filamenteux, coloré (d'une façon qui paraît diffuse aux grossissements usuels) par la safranine, les bleus, la thionine, etc. et englobant microbes et moisissures.

(1) Communication faite à l'Académie de Médecine, le 22 novembre 1921.

Isolement de l'agent du rouge. — En utilisant des milieux de cultures solides, gélose à la morue, saturée de sel, par exemple, nous avons, après de multiples insuccès, réussi à isoler, à l'état de pureté absolue, l'agent du rouge. Nous proposons de lui affecter le nom de *Micrococcus rubroviscosus*, appellation qui résume ses propriétés fondamentales.

Caractères des cultures. — 1° Sur milieu solide : (gélose morue saturée de sel, pomme de terre saturée de sel, etc.), la culture se manifeste, après un délai d'un mois parfois, par de petites colonies punctiformes transparentes, d'abord roses, puis du rouge rubis le plus brillant.

Lorsqu'elles ont atteint une certaine dimension, ces colonies, *toujours transparentes quand elles sont pures*, ont tendance à couler comme une gelée molle.

2° En milieu liquide : (bouillon de morue saturée de sel); la culture s'annonce par la formation d'un voile rose, puis rouge. Ce voile est très fragile ; les fragments détachés donnent un dépôt rouge qui s'accumule progressivement au fond du tube, en même temps que le voile se reconstitue.

3° *Caractères microscopiques.* — Une parcelle de colonies se mêle à l'eau en donnant l'émulsion d'apparence mucilagineuse qui est caractéristique du rouge. Etalée en frottis, elle n'adhère bien qu'après fixation par la chaleur et la lame offre l'aspect d'une préparation de mucus. Les divers colorants d'aniline (éosine, safranine, bleu, violet, etc.) donnent une coloration qui, même à l'immersion (objectif 1/12), semble diffuse.

Par contre, l'examen, avec éclairage à fond noir de l'émulsion aqueuse d'une parcelle de culture, permet de définir le microbe qui apparaît sous la forme d'un minuscule coccobacille.

Ainsi s'explique la diversité des germes décrits comme agents du rouge et qui ne sont que des impuretés cultivant en commun avec l'agent vraiment spécifique qui semble avoir échapé aux observateurs. Celui-ci est très difficilement isolable. Il semble que, en raison de sa ténuité et de sa viscosité, il adhère aux microbes étrangers; aussi, même avec la dilution la plus étendue, il est rare d'obtenir, sur milieu solide, des colonies pures.

Conditions de cultures. — Le *Micrococcus rubroviscosus* est un aérobie.

Tout *milieu organique saturé de sel* paraît propre à sa multiplication; il entre donc dans la classe des bactéries chlorurophiles de Le Dantec.

Sur milieu solide artificiel, son dévelopement est lent; à la température de 35°, il ne se manifeste souvent qu'au bout d'un mois, alors que les germes associés donnent des colonies visibles dès les premiers jours.

La multiplication commence à la température de 10°, sa rapidité s'accroît aux environs de 35° qui paraît être l'optimum. Dans une culture impure sur gélose, obtenue avec le rouge spontané, il apparaît d'abord un nombre variable de colonies blanches, jaunes et même rouge terne, qui correspondent à des agents associés également chlorurophiles; puis, dans le délai d'un mois, se manifestent de toutes petites colonies rouges intercalaires qui finissent pas envahir toute la surface libre qui rougit, reproduisant un aspect analogue à celui du rouge spontané.

Enfin, au bout d'un temps variable, plusieurs mois souvent, la teinte rouge s'atténue, jaunit comme si le rubroviscosus cédait le pas à d'autres formes plus résistantes. Et cela reproduit assez bien ce que l'on constate sur la morue avariée qui, rouge au début, finit par jaunir lorsque la décomposition s'avance.

Origine du microbe du rouge .— Nous avons pu mettre ce microbe en évidence dans toutes les salaisons examinées ; nous l'avons isolé en particulier des saumures utilisées pour le salage du porc, dans les brasseries, au début de la guerre.

Cette ubiquité est d'explication facile, car ce germe préexiste ainsi que nous l'avons pu démontrer, dans la plupart des sels livrés par le commerce, le sel gemme excepté.

Toute salaison est donc en puissance de rouge et l'apparition de cette altération est liée simplement aux conditions de conservation des denrées .

Causes favorisantes du rouge. — Des nombreuses constatations faites sur les salaisons entreposées par l'Intendance et des expériences de contrôle poursuivies au laboratoire, il résulte que l'apparition et le développement du rouge sont favorisés par l'humidité, la chaleur et le défaut d'aération. Un fragment de morue de la meilleure qualité et parfaitement sain, enfermé dans une boîte de Pétri stérile, commence à rougir au bout de huit jours à 15°.

Importance du rouge. — Le rouge est donc une altération commune à toutes les salaisons, elle peut demeurer longtemps à l'état latent et ne se manifeste que lorsque, du fait de l'entreposage, sont réalisées certaines conditions de température, d'humidité et de confinement. Il apparaît comme le premier stade de la putréfaction propre aux denrées salées et l'enduit qui le caractérise est le terrain favorable où pullulent bientôt les germes associés, microbes et moisissures qui finissent par produire la désagrégation de la denrée.

L'importance du rouge est variable avec la contexture de la salaison qu'il atteint, bénin pour le lard gras dont la compacité s'oppose à sa pénétration en profondeur, il est au contraire d'une extreme gravité pour la morue (la morue dite salée surtout) dont la chair friable se laisse facilement pénétrer et dissocier.

Conclusion. — Le germe qui donne à l'altération dite « *rouge* » de la morue et des autres salaisons ses propriétés caractéristiques de viscosité et de coloration est un microbe strictement chlorurophile (*Micrococcus rubroviscosus*).

Son extrême ténuité ne permet pas d'en définir la forme sur les préparations colorées par les méthodes usuelles. A l'ultramicrocospe, il se présente comme un minuscule coccobacille; il préexiste dans la plupart des sels du commerce, sauf le sel gemme.

Sa pullulation, presque à l'état de pureté, marque le début de la putréfaction propre aux salaisons. Bientôt s'ajoutent à lui un grand nombre de microbes ou de moisissures plus ou moins constants et, progressivement, disparaissent les caractères du rouge pour faire place à un ramollissement putride.

H. Martel et R. Germain.

Statistique

La production du café dans nos Colonies et les importations en France. — D'après divers documents étudiés par M. Edouard Payen, dans l'*Economiste français* (12-11-21), nous avons importé de 1915 à 1920 respectivement 1.385.295 ; 1.529.935 ; 1.636.884 ; 1.362.166 ; 2.089.605 ; 1.465.890 quintaux métriques de café. Sur ces nombres nos colonies n'ont fourni qu'une très

faible part : ainsi la Guadeloupe qui fournit le plus estimé des cafés ne nous a fourni de 1915 à 1917 que 7.964 ; 8.642 ; 4.049 quintaux. La Réunion, pendant ces mêmes années, ne nous a fourni que 72 ; 248 ; 105 quintaux.

Dans un rapport sur la mise en valeur des colonies, le ministre dit que pour récolter les 150 à 200.000 tonnes de café que la France consomme, il faudrait planter de 300 à 400 millions d'arbres sur une surface de 300 à 400.000 hectares et fixer sur les plantations 200 à 250.000 travailleurs. Cette tâche paraît irréalisable à brève échéance, mais on doit encourager et faciliter les plantations : des exemples prouvent que leur accroissement peut être rapidement très sérieux. C'est ainsi que le Tonkin a expédié en 1919, 5.334 quintaux de café contre une moyenne de 1.981 pendant la dernière période décennale. La Nouvelle-Calédonie en a fourni également 500 à 600 tonnes. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Optique industrielle

Une nouvelle méthode pour assembler les verres d'optique. — On connaît les inconvénients inhérents au collage des verres d'optique par les procédés habituels au baume de Canada. Aussi est-ce certainement avec une véritable satisfaction que les opticiens apprendront l'existence d'un procédé nouveau et fort intéressant, que M. Fairchild vient de découvrir et qu'il décrit succinctement dans *Journal of the Washington Academy of Sciences*. Ce procédé permet d'assembler d'une façon définitive, et sans déformer les surfaces ailleurs que sur les bords extrêmes, des pièces de verre en contact les unes avec les autres par des surfaces polies.

La méthode consiste à chauffer les parties à assembler maintenues au contact dans un four électrique à la température de recuit du verre qui les forme, et de chauffer localement sur les bords, au moyen d'une petite flamme de chalumeau gaz-oxygène. On suit le travail à travers une fenêtre permettant de voir à l'intérieur du four.

Il se trouve que le verre conduit fort mal la chaleur, et que sa viscosité diminue rapidement au voisinage de la température de recuit. En chauffant localement, la fusion se produit au point chauffé, sans que la moindre déformation apparaisse en des points même assez rapprochés. Après refroidissement, les deux verres sont pratiquement en contact optique.

L. Br.

Chimie industrielle

Sur des accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter. — A côté d'avantages dont les plus saillants ont été signalés dans les précédentes Notes (1), la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions a soulevé quelques difficultés, actuellement résolues.

L'une des plus essentielles est venue de la nécessité d'enlever très exactement, à mesure de leur production, les énormes quantités de chaleur produites par la réaction dans un espace très petit, afin de maintenir aussi exactement que possible la température, d'un bout à l'autre du catalyseur, à la valeur préférable pour concilier la bonne conservation des tubes catalyseurs et l'obtention d'une teneur en NH^3 élevée dans un courant de gaz le plus rapide possible. Cette température optimum est voisine de 500°-550° lorsqu'on emploie le fer comme catalyseur, et sous 1000 atmosphères, les conditions de la synthèse sont telles que, si la chaleur de réaction restait dans le gaz, la dissociation étant supposée inexistante, elle élèverait leur température jusque vers 1000°.

On jugera des difficultés que j'ai rencontrées par le fait, qu'après beaucoup d'échecs sur lesquels je passe, j'ai dû, à un moment donné, refroidir les tubes par un courant de *plomb fondu* circulant le long du tube de réaction vertical par un mécanisme analogue à celui du thermo-siphon. Le métal fondu, grâce à sa masse considérable, enlevait la chaleur à température presque constante d'un bout du tube à l'autre, et allait évacuer cette chaleur dans la seconde partie de son circuit, munie à cet effet d'un dispositif de refroidissement approprié.

C'est avec ce système que j'ai obtenu mes premiers résultats industriels, et que fonctionnait en particulier, avec une production de 6 à 7 l d'ammoniaque liquide par heure, l'appareil que j'ai montré le 9 janvier 1920 à de nombreux membres de l'Académie.

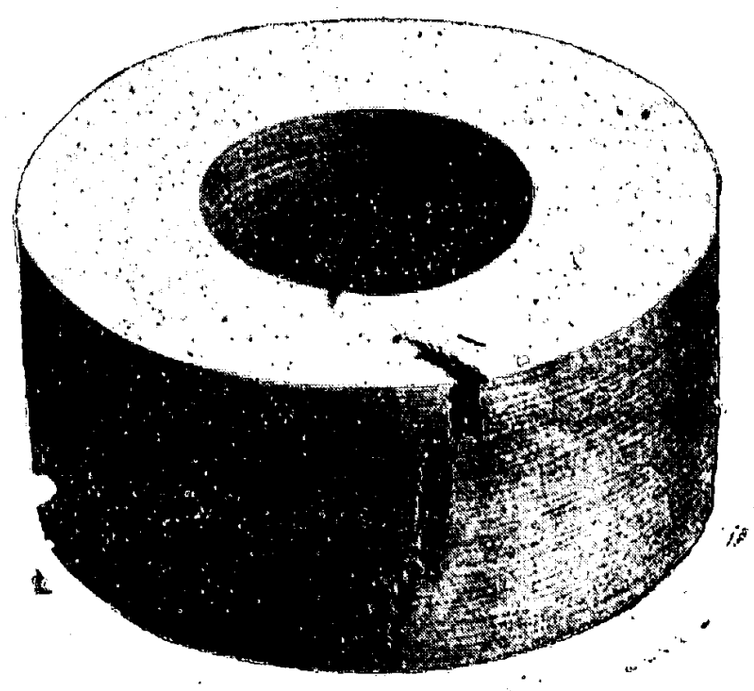


FIG. 9.

Mais, dès que nous avons voulu forcer la production, des accidents étranges sont survenus, révélant une cause de destruction des tubes catalyseurs assez inattendue.

Des éclatements répétés de ces tubes se sont produits, en dehors de toute attaque chimique et de tout ramollissement par la chaleur, et présentant le caractère commun de s'amorcer *par l'extérieur*, comme en témoigne la photographie (fig. 9).

Le fait bien établi, il a été facile de l'expliquer.

Le métal spécial résistant mécaniquement et chimiquement à chaud qui constitue les tubes est naturellement très épais pour résister aux pressions employées : le rapport du diamètre extérieur au diamètre d'alésage n'y est pas moindre de 2. Or, alors que ce fait semble assurer la sécurité, c'est lui, tout au contraire,

(1) *Comptes rendus*, 13 octobre et 1er décembre 1919, 19 janvier 1920, 21 février, 18 avril et 17 octobre 1921, et *Revue cientifique* 1921 p. 257 et 695.

qui, dans les conditions réalisées, est le générateur du danger.

Ce métal en effet, à côté d'une dilatabilité normale, possède une conductibilité thermique médiocre, sous l'effet de laquelle le flux calorifique intense correspondant à la chaleur éliminée produit dans l'épaisseur de la paroi une chute de température élevée, pouvant atteindre 200° dans l'appareil en question. Les couches externes du métal sont donc, en fonctionnement, beaucoup plus froides que les couches internes.

A première vue, on peut penser que ce fait, comme la grande épaisseur, est excellent pour la sécurité, puisque le métal central très chaud est ainsi enveloppé d'une carapace qui peut bien mieux maintenir ses conditions de résistance mécanique. Mais l'importance de ce fait est de beaucoup dépassée par cette autre conséquence que les couches internes, plus chaudes, exercent sur les couches suivantes une compression énorme, qui s'ajoute à l'effet de la pression de marche ; les couches suivantes agissent dans le même sens, quoique d'une façon moins accentuée ; au total, les couches externes subissent l'action d'une pression excessive qui détermine leur rupture, puis, de proche en proche, celle de toute la paroi.

Des calculs de M. Guillaume, auquel j'avais soumis cette explication, il résulte en effet que les pressions de fonctionnement de 1000 atmosphères peuvent bien avoir été triplées.

Ces accidents révèlent donc un danger très spécial, puisqu'il résulte à la fois de l'épaisseur relative de la paroi et de l'importance des quantités de chaleur à évacuer, qui sont l'une et l'autre la conséquence des hyperpressions. Ils mettent en évidence une précaution d'ordre général à prendre dans cette technique et dans les cas analogues, et consistant à éviter toute circulation importante de chaleur du centre à la périphérie des appareils. Ce résultat est aisément atteint en entourant le tube de réaction tout entier d'un calorifuge approprié et, par exemple, en l'immergeant dans une masse de kieselghur. N'étant plus le siège d'aucune transmission de chaleur, la paroi est alors, en régime, dans toute son épaisseur à la température des couches internes, et les pressions parasites sont évitées.

Ainsi, au paradoxe de l'épaisseur cause de danger, succède cet autre paradoxe que, la température élevée étant évidemment une des difficultés de la question, on est pourtant amené, pour protéger les tubes, à les soumettre dans toute leur masse à la température *la plus élevée*. Ceci n'est possible, naturellement, que grâce aux qualités exceptionnelles du métal que j'emploie.

Mais comme on ne peut plus, dans ces conditions, évacuer la chaleur de réaction à travers la paroi, c'est désormais à des moyens tout autres qu'il faut avoir recours pour s'en débarrasser. Georges CLAUDE.

Génie civil

Reconstruction des ouvrages d'art des Chemins de fer du Nord et de l'Est. — M. Leinekugel Le Cocq, l'ingénieur-constructeur bien connu, a fait le 28 octobre dernier à la Société des Ingénieurs Civils une très intéressante conférence (1) sur la méthode, l'unité de direction et les progrès techniques réalisés dans la reconstruction des ouvrages d'art détruits par les Allemands.

Nous suivrons l'ordre indiqué par le conférencier en examinant successivement les travaux exécutés par les Compagnies des Chemins de fer du Nord et de l'Est et par le Ministère des Travaux Publics.

Compagnie des Chemins de fer du Nord

C'est à cette compagnie qu'a incombé une charge véritablement écrasante par suite du très grand nombre d'ouvrages détruits; il a fallu dresser un programme simple, précis et d'une exécution aussi rapide et économique que possible.

Tous les tabliers sous rails ont été classés en trois catégories :

A. La première catégorie a compris les tabliers dits « omnibus » d'une portée inférieure à 28 m et exécutés suivant quatre types principaux savoir :

308	tabliers	type I d'une longueur totale de 1364 m
41	—	type II d'une longueur totale de 369 m.
42	—	type III d'une longueur totale de 534 m.
82	—	type IV d'une longueur totale de 1630 m.

soit au total 473 tabliers d'une longueur totale de 3897 m. Ces projets, par suite d'une véritable exécution en série, ont permis de réaliser une économie importante de temps et de frais d'études ainsi qu'une simplification et une uniformité de travail pour les laminoirs, pour les ateliers de construction, pour le montage et le rivetage sur place.

B. La seconde catégorie a compris tous les tabliers métalliques d'un débouché supérieur à 28 m.

On a adopté d'une façon générale le type de pont à grandes mailles avec une hauteur supérieure à celle habituellement admise, ce qui a permis de réaliser une économie notable de métal.

Il a été exécuté dans cette catégorie 141 tabliers représentant une longueur totale de 4.794 m.

C. La troisième catégorie a compris tous les ponts voûtés droits ou biais en béton armé ou non; le nombre des ouvrages s'est élevé à 244 formant une longueur totale de 5409 m.

D. Tous les ouvrages figurant dans les catégories précédentes sont des ponts sous rails; on a classé dans cette dernière categorie les ponts-routes à passage supérieur, lesquels ont été englobés dans trois séries distinctes.

Les ponts en beton ordinaire ou béton armé avec voûte, leur nombre s'est élevé à 24 représentant une longueur totale de 977 m.

Les ponts en beton armé sur béquilles au nombre de 101 représentant une longueur de 2986 m.

Enfin les ponts metalliques avec tablier enrobé ou en béton armé au nombre de 16 représentant une longueur de 419 m.

En récapitulant les chiffres ci-dessus, on trouve un total de 999 ouvrages representant une longueur cumulée de 18182 m; il est à remarquer que les petits viaducs jusqu'à 3 m. d'ouverture ne sont pas compris dans ce détail.

Compagnie des Chemins de fer de l'Est

Ici également l'ensemble des ouvrages détruits a été classé méthodiquement en quatre catégories.

La première catégorie pour tous les ouvrages sous rails de portée inférieure à 14 m a été exécutée avec des tabliers métalliques à poutrelles enrobées.

La deuxième catégorie a compris les ouvrages voûtés

(1) Voir le compte rendu de cette conférence : Génie civil N° du 10 décembre 1921, p. 516.

en béton également sous rails et la catégorie suivante les ouvrages métalliques à grande portée; enfin la dernière catégorie comprenait exclusivement les ponts-routes à passage supérieur.

Le nombre total des ouvrages entièrement démolis a été de 202 ponts en maçonnerie dont 17 grands ouvrages de 70 m à 120 m de longueur et 102 ponts métalliques.

La statistique des ouvrages reconstruits à la date du 15 août 1921 était la suivante :

Ponts sous rails : 145 ouvrages en maçonnerie.
Ponts sous rails : 151 ouvrages métalliques.
Ponts-routes : 21 ouvrages (sur un total de 56).

Ministère des Travaux Publics. — Un service central d'étude techniques a été créé à ce Ministère pour résoudre le grave et difficile problème de la reconstruction des ponts routiers dans les régions envahies.

La méthode suivie par ce Service fut de réparer le plus rapidement possible après l'armistice, par des solutions provisoires, toutes les brèches qui rendaient le réseau routier inutilisable.

Des projets-type ont été dressés pour tous les ouvrages dont la portée ne dépassait pas 40 mètres et pour les autres on a fait appel au concours des constructeurs spécialistes après avoir bien étudié et arrêté les caractéristiques des ouvrages à reconstruire : cette méthode a donné les meilleurs résultats tant au point de vue de l'économie que des progrès techniques.

Le nombre total des ponts routiers de plus de trois mètres à reconstruire s'élève à 2.005; actuellement 491 sont construits ou en reconstruction, représentant une longueur cumulée de 9.558 m., soit le quart environ du total à exécuter.

Le travail n'a pas été poussé plus activement d'abord parce que les ponts provisoires ayant rétabli les communications sur l'ensemble du réseau routier, il était rationnel de porter l'effort maximum sur les ouvrages d'art des artères vitales du pays, c'est-à-dire sur les voies ferrées. Ensuite l'effort financier, réalisé par la France a besoin, pour n'être pas écrasant, de se répartir sur plusieurs années.

Conclusions. — M. Leinckugel Le Cocq estime que deux conclusions intéressantes se dégagent de l'ensemble des résultats obtenus.

La première a trait à l'application du béton pour la construction d'ouvrages à grande portée, même pour les voies ferrées normales à grand trafic. Les progrès réalisés par M. Freyssinet donnent une orientation nouvelle à cette très importante question.

La seconde résulte de l'utilisation de matériaux de choix. Les aciers à grande résistance doivent se multiplier dans les grands ouvrags à notre époque où le coût élevé de la main d'œuvre (manutention, usinage, transport, montage et rivetage à pied d'œuvre) est uniquement fonction du tonnage et indépendant de la qualité du métal employé. A. A.

Industrie

Le Camphre naturel et le Camphre synthétique. — Le camphre naturel est en entier pratiquement fourni par le monopole japonais, seul maître du marché. Le camphre de synthèse a été produit abondamment en France, surtout, vers 1909-1911. Durant cette période plus de mille tonnes de camphre synthétique ont été mises sur le marché.

M. André Dubosc a tracé dans la *Parfumerie moderne* (sept. 1921), une esquisse fort instructive de la lutte victorieuse — et sournoise — engagée par le monopole japonais contre nos industriels d'Europe. Le camphre de synthèse était de qualité telle qu'il devenait un concurrent dangereux pour les distilleries de Formose, son emploi dans le celluloïd donnait des résultats parfaits.

Le monopole japonais essaya de négocier avec les sociétés productrices de camphre artificiel en offrant de racheter à un prix avantageux toute leur production qui aurait été vendue sous sa marque. Ces offres ne furent pas acceptées : les industriels espéraient être déjà les maîtres du marché. Le monopole commença alors à abaisser son prix de vente au-dessous du prix de revient du camphre synthétique, puis il se mit à saigner à blanc les forêts de Formose, doublant, triplant sa production. En même temps par des achats faits par ses agents secrets à Bordeaux, il a fait monter le prix de l'essence de térébenthine, base de la fabrication synthétique, qui fit plus que doubler. La lutte devenait meurtrière pour nos industriels qui cherchèrent ailleurs, en vain, l'essence de térébenthine nécessaire (on essaya de distiller les dosses de sapins, de gommer des pins en Corse, etc.). En abaissant enfin à trois francs le prix du kilo de camphre, sans limitation de quantité, franco tous ports européens ou américains, le monopole donna le coup de grâce à l'industrie du camphre de synthèse. Les usines fermèrent, mises en faillites ; leur matériel fut vendu et dispersé. Après une période de précaution, suffisante pour ne pas laisser aux usiniers la possibilité de se remonter, le monopole haussa ses prix jusqu'à la cote de 110 et 120 francs le kilogramme. Le prix actuel est aux environs de 25 francs.

La consommation mondiale du camphre, en 1914, était d'environ 18 millions de livres (environ 9.000 tonnes) et comme la régénération des forêts de camphriers est lente, on voit qu'il y aurait encore place pour le camphre de synthèse.

L'histoire du camphre de synthèse est un exemple des luttes que nos industriels ont à soutenir souvent, sans cesse ils doivent surveiller, éclairés par l'économie et la statistique comparée, leurs concurrents du monde entier.

Enfin est-il permis d'ajouter qu'une intervention de l'Etat dans le cas de luttes aussi difficiles, ne risquerait pas de le rendre impopulaire auprès de nos industriels. L. R.

Culture coloniale

Les végétaux aromatiques de Madagascar. — La grande Ile produit un nombre important d'essences végétales. M. Gattefossé, directeur de la *Parfumerie Moderne,* vient de passer en revue dans *l'Agronomie coloniale* (octobre 1921), les principales plantes aromatiques exploitées.

Le giroflier, est exploité pour l'essence riche en eugénol obtenue par la distillation des clous de girofle. L'eugénol ayant été beaucoup demandé par l'aviation pendant la guerre (fabrication de peintures spéciales) la fabrication de l'essence de girofle a pris un grand développement.

Les essences d'Ylang-ylang ayant été, pendant quelque temps, produites assez abondamment, une baisse de prix fit abandonner en partie la culture de l'Ylang.

Le geranium paraît bien réussir dans la partie orientale de l'île.

La vanille est l'objet d'exploitations importantes.

Les cannelles ont été cultivées : Madagascar pro-

duit également des écorces dont l'auteur a extrait une essence de cannelle d'excellente qualité dont il donne les constantes physiques.

Le *Michelia champaca* cultivé à la station d'essais de l'Ivoloïna donne une huile essentielle estimée ; quelques plantations de noix muscade, quelques cultures de citronnelles méritent d'être citées.

L'Acacia farnesiana existe en peuplements denses inexploités, malgré la haute valeur de son essence.

M. Gattefossé pense que Madagascar possède des régions propices aux cultures des plantes à parfums déjà exploitées industriellement dans des régions voisines : Seychelles, Comores, Mayotte, Réunion. Exemples : vetyver, geranium, lemongrass, patchouli, etc.

Les ressources naturelles en plantes aromatiques paraissent aussi dignes d'attentions.

M. Gattefossé examinant les matériaux botaniques de MM. Jumelle et Perrier de la Bâthie a retenu quelques espèces odorantes qu'il signale.

Parmi les Rutacées, *Pelea madagascarica* est un petit arbrisseau de l'Est et de Sainte-Marie qui a donné à l'auteur une essence à odeur de badiane contenant peu d'anéthol, riche en aldéhydes, dont le pouvoir rotatoire est +32°22' et l'indice de réfraction 1,5147.

Un grand nombre de *citrus* existe à Madagascar. M. Perrier de la Bâthie pense que seul *C. corticosus* serait intéressant pour la production industrielle d'une essence.

Des Anacardiacées, des Burseracées seraient susceptibles de donner des essences et des baumes.

Des Myrtacées spontanées, une *Eugenia sp.* notamment est signalée. Une rubiacée à racines odorantes : *Danais fragrans*. Des composées : *Ageratum conyzoïdes* et *Eupatorium odoratum;* diverses autres plantes, parmi lesquelles les Laurinées, méritent d'être l'objet d'essais industriels. Les Cannellacées spontanées de Madagascar semblent n'avoir pas encore attiré l'attention.

L'essence d'Hazomalana ou *Hernandia Voyroni* a déjà retenu l'attention.

Le bois de Masonjany, *Santalina madagascariensis*, Baill. est utilisé par les Sakalaves et les Hindous comme bois de santal. Il serait intéressant d'en extraire l'essence.

Une Zingibéracée, le *longoza*, donne une essence signalée comme voisine de celle de cajeput. M. Gattefossé n'a malheureusement pas pu obtenir des graines assez récentes pour faire sur l'essence qu'il en a extraite des déterminations définitives. Par entraînement à la vapeur il a obtenu des graines 0,25 % d'une essence visqueuse de couleur ambrée, d'odeur pénétrante qui présente quelque analogie avec celles de cèdre et de cajeput. Par extraction à l'éther il a obtenu 10,20 % d'essence concrète composée d'une cire brune retenant 2 % d'essence possédant les mêmes caractères que la précédente.

La conclusion de cette revue des plantes aromatiques de Madagascar est qu'il est absolument nécessaire de créer sur place un laboratoire capable d'étudier de nombreux échantillons frais et copieux car il est pratiquement impossible d'orienter une industrie, une exploitation de plantes à parfums d'après les données rudimentaires que l'on recueille en examinant en France quelques fragments de plantes plus ou moins bien conservées.

M. Gattefossé rappelle l'important travail et les résultats pratiques obtenus pour l'Eucalyptus dans les Nouvelles Galles du Sud.

Il faut une mission chargée d'inventorier les ressources aromatiques de la grande Ile : le terrain est remarquablement préparé par le botaniste explorateur, M. Perrier de la Bâthie, dont on connaît les nombreuses découvertes dans la flore malgache.

L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Pour le siège d'Académicien libre vacant par la mort de Jules Carpentier, la Commission avait présenté : en première ligne, M. Maurice de Broglie ; en deuxième ligne, M. Paul Séjourné ; en troisième ligne, *ex-æquo*, par ordre alphabétique, MM. Jean Charcot, Alexandre Desgrez et Maurice d'Ocagne.

Dans la séance du 30 janvier, M. Maurice d'Ocagne a été élu par 35 voix sur 67 votants au quatrième tour.

	1er tour	2e tour	3e tour	4e tour
M. d'Ocagne.....	20	24	24	35
M. Séjourné.....	19	20	24	32
M. A. Desgrez.....	18	19	20	»
M. de Broglie.....	9	3	»	»
M. J. Charcot.....	2	2	»	»

M. d'Ocagne est inspecteur général des Ponts-et-Chaussées et professeur à l'Ecole polytechnique.

— Dans la séance du 30 janvier, les présentations au siège vacant dans la section de Navigation et Géographie, avaient été les suivantes : en 1re ligne, M. Gustave Ferrié ; 2e ligne, *ex-æquo*, MM. Félix Arago, Eugène Fichot, Georges Perrier, Edouard Perrin, Jean Tilho.

Dans la séance du 7 février, M. Gustave Ferrié a été élu par 52 voix sur 57 votants.

Nous avons fait connaître (*Revue Scientifique*, 23 juillet 1921, p. 409), au moment où le prix Osiris a été décerné au général Ferrié, l'importante contribution qu'il avait apportée aux progrès de la T.S.F. Nous avons pu dire alors dans quelle mesure il avait pu, en groupant autour de lui une élite de savants et d'ingénieurs, apporter un concours précieux à la Défense nationale.

— L'Académie est autorisée à accepter le legs de 10.000 francs qui vient de lui être fait par Mme Vve Laussedat pour la création d'un prix biennal, à décerner à des travaux de métrophotographie et topographie.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 24 janvier, présidée par M. Chauffard, M. le Dr Hallion a été élu membre de la section d'anatomie et physiologie, au premier tour, par 46 voix sur 82 votants, contre 34 voix à M. Camus, 1 à M. Anthony, 1 à M. Routry. Professeur suppléant au Collège de France et collaborateur du professeur François Franck, le nouvel Académicien a fait faire de notables progrès à la question des glandes internes et des nerfs vaso-moteurs.

— Dans la séance du 7 février, Mme Pierre Curie a été élue dans la Section des Membres libres, où elle succède à Edmond Perrier. L'œuvre scientifique de Mme Curie est bien connue et elle a provoqué l'admiration des savants de tous les pays ; l'Amérique lui a rendu un éclatant hommage au mois de juin dernier. On connaissait moins les applications médicales du Radium qui sont poursuivies dans son laboratoire de la Sorbonne. L'Académie de Médecine vient de mettre en relief leur importance.

Société des amis de la T. S. F. — La première réunion des membres de cette Société a eu lieu avec

une certaine solennité, le jeudi, 26 janvier, à 21 heures, dans l'amphithéâtre de physique de l'Ecole polytechnique. La réunion était présidée par M. Laffont, sous-secrétaire d'Etat des P. T. T.. Le général Ferrié a fait une conférence sur l'importance actuelle des applications de la T. S. F. : transmissions rapides des télégrammes, télémécanique, téléoptique, géodésie et mesure des longitudes. A la fin de la séance, la nombreuse assistance a pu entendre par téléphonie sans fil le concert donné à son intention par le poste d'émission de la Tour Eiffel. La Société des Amis de la T. S. F. va assurer la publication d'une Revue mensuelle « l'Onde électrique », pour la diffusion des progrès de la T.S.F. au double point de vue de la théorie et des applications. Le premier numéro vient de paraître. Pour les renseignements et adhésions, s'adresser à M. Cornu, 102 *bis*, rue Dulot, Paris, XV^e. — Prix de la cotisation annuelle : 25 fr.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Ecole Normale supérieure.* — Le nombre des élèves à admettre dans la section des sciences est de 20. Les boursiers de licence autres que les élèves de l'Ecole Normale pourront être admis dans les Facultés des départements.

Ecole nationale supérieure des Mines. — M. Demay, bibliothécaire, est nommé chevalier de la Légion d'honneur. — Les collections sont ouvertes au public, les mardis, jeudis et samedis, de 14 à 16 heures.

— M. Georges Charpy, membre de l'Académie des Sciences, professeur à l'Ecole des Mines, est promu officier de la Légion d'honneur avec la citation suivante : « Savant d'une compétence scientifique hors de pair, a rendu au pays les plus précieux services pour le développement de l'outillage national par ses nombreux travaux sur l'emploi des alliages antifrictions, les conditions de trempe des aciers, la fabrication du coke métallurgique, etc. »

Museum National d'Histoire Naturelle. — M. Gruvel, professeur, ouvrira son cours sur les « Pêches et productions coloniales d'origine animale », le *jeudi 2 mars* prochain, et le continuera tous les lundis et jeudis suivants, à 17 *heures* 15 dans l'*Amphithéâtre Cuvier* (Entrée : 57, rue Cuvier, V^e).

Le professeur traitera : 1° de l'Industrie des Pêches en Norvège et de l'application de certaines méthodes à l'exploitation des pêcheries coloniales françaises ; 2° de l'Industrie générale des Pêches à Madagascar, en insistant plus spécialement sur les crustacés : (langoustes, crabes, crevettes, etc.), et sur les mollusques nacriers et perliers (histoire générale des nacres et des perles : perles de nacre, perles fines naturelles, perles de culture, etc.).

Des projections et des vues cinématographiques accompagneront l'enseignement.

— M. Léon Maquenne, professeur, membre de l'Institut, ouvrira le cours de Physique végétale, le mardi 14 février, dans l'amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie et le continuera les mardi et samedi à la même heure ; il traitera de la nutrition minérale des plantes ainsi que leurs fonctions d'évaporation, de maturation et de respiration.

Ecole Nationale des Ponts-et-Chaussées. — Le nombre des places mises au concours en première année est de 50 pour les français et de 12 pour les étrangers ; aux cours de deuxième année, il y aura 4 places pour les français et 2 places pour les étrangers. Les candidatures devront être produites avant le 1er mai.

Ingénieurs des travaux publics. — Le concours pour le grade d'aspirant aura lieu le 29 mai prochain.

Institut national agronomique. — M. Magne, chef des travaux à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, vient d'être nommé, après concours, répétiteur d'anatomie et de physiologie comparée.

Université de Toulouse. — M. Vallois, agrégé, est nommé professeur d'anatomie, en remplacement de M. Soulie décédé.

Université de Bordeaux. — Des cours d'œnologie vont être organisés à partir du mois de mars.

Ecole de médecine d'Angers. — Le professeur de clinique chirurgicale Monprofit vient de mourir à l'âge de 65 ans.

R. L.

NÉCROLOGIE

Camille Jordan. — L'éminent mathématicien, Camille Jordan, dont nous avons annoncé la mort (Voir le n° du 28 janvier, p. 59), était né à Lyon le 5 janvier 1838 ; il avait, en 1881, succédé à Chasles dans la section de géométrie de l'Académie des Sciences. Il y a quelques années, il avait pris sa retraite de professeur à l'Ecole Polytechnique, où il occupait la chaire d'analyse mathématique. Voici en quels termes, M. Emile Picard s'est exprimé dans la séance du 23 janvier 1922 de l'Académie des Sciences, au sujet de ses travaux mathématiques :

« Les recherches de notre illustre confrère ont eu tout particulièrement pour but d'approfondir la *théorie de l'ordre* au point de vue de la Géométrie pure et de l'Analyse. Au début de sa carrière, il s'est occupé des polyèdres dans un beau Mémoire consacré, en fait, à la Géométrie de situation, et dans un autre travail, il a donné la condition pour que deux surfaces ou portions de surfaces, flexibles et extensibles à volonté, soient applicables l'une sur l'autre sans déchirure ni duplicature. Ses travaux sur la symétrie et sur les groupes de mouvement ont devancé les recherches modernes sur les groupes de transformations, et ont été utilisés par les théoriciens de la cristallographie. Ils portaient déjà la marque de la puissance d'esprit de leur auteur.

« Mais c'est surtout dans la théorie des substitutions et des équations algébriques que Jordan laisse une trace profonde. Dans un Ouvrage considérable sur *les Substitutions*, il a fait une étude approfondie des idées de Galois, en y ajoutant des résultats fondamentaux sur les groupes primitifs, les groupes transitifs et les groupes composés, dont un des plus importants est relatif aux facteurs de composition d'un groupe. Ces études ont permis à Jordan de résoudre un problème posé par Abel, celui de rechercher les équations de degré donné résolubles par radicaux et de reconnaître si une équation rentre ou non dans cette classe. D'autres travaux de notre confrère se rapportent aux formes algébriques et aux groupes linéaires d'ordre fini, ce qui l'a amené à étudier les équations différentielles linéaires à intégrales algébriques.

« Plus récemment, Jordan a été un précurseur dans la théorie des fonctions de variables réelles. Il a introduit dans cette partie de l'Analyse la notion capitale de fonction à variation bornée. Non moins célèbres

sont ses études sur les courbes, universellement désignées sous le nom de *courbes de Jordan*, qui séparent le plan en deux régions distinctes. On lui doit aussi d'importantes propositions sur la mesure des ensembles, qui ont ouvert la voie à bien des recherches modernes.

« Tous les travaux de Jordan dénotent une rare profondeur d'esprit et une extraordinaire puissance d'abstraction. Il se jouait au milieu des discussions les plus subtiles sur des concepts comme ceux de *groupes* ou de *substitutions*, se plaisant à aborder les questions dans toute leur généralité, comme s'il craignait que quelque particularité l'empêchât de voir les vraies raisons des choses. Jordan a été vraiment un grand algébriste ; les notions fondamentales qu'il a introduites en Analyse préserveront son nom de l'oubli. » R. S.

Le chimiste Giacomo Ciamician (1). — Nous avons déjà annoncé (voir numéro du 28 janvier, p. 59) la mort de M. Ciamician. Voici en quels termes s'est exprimé M. Haller, au sujet de l'éminent chimiste italien, dans la séance de l'Académie des Sciences du 16 janvier 1922 :

« M. Giacomo Ciamician, sénateur du royaume d'Italie, professeur à l'Université de Bologne, comptait parmi nos plus illustres Associés étrangers.

« L'œuvre de notre regretté confrère est aussi étendue qu'originale. Son activité scientifique a été consacrée pendant de longues années aux combinaisons appartenant au groupe du pyrrol, combinaisons dont il a élucidé la fonction et la constitution. M. Ciamician a attaché plus tard son nom aux réactions qui s'effectuent entre composés organiques à fonctions variées quand on les soumet à l'influence de la lumière solaire.

« Ses dernières recherches ne sont pas moins originales. Considérant l'organisme des plantes comme un véritable laboratoire, il a essayé d'y réaliser des synthèses par l'injection de multiples produits, notamment d'alcaloïdes ou d'autres substances dans le but de se rendre compte de l'influence qu'ils exercent sur cet organisme. Une des expériences les plus brillantes est celle qui aboutit à la synthèse de la salicine par injection de la saligenine dans des plantes qui ne renfermaient point le glucoside précité. La Chimie organique perd en M. Ciamician un de ses représentants les plus distingués, l'Italie un de ses savants les plus justement renommés et la France un de ses amis les plus fidèles. » R. S.

L'explorateur sir Ernest Shackleton. — L'illustre explorateur des régions polaires, sir Ernest Shackleton, vient de mourir à l'âge de 48 ans, à bord du *Quest*, au large de la Georgie du Sud.

En 1901, Shackleton avait fait partie de l'expédition antarctique, commandée par le capitaine Scott qui, lui aussi, est une glorieuse victime du pôle Sud. Depuis lors, Shackleton a fait de nouvelles tentatives. L'expédition du *Nimrod* le conduisit le 9 janvier 1909 jusqu'à la latitude 88° 23' S. à environ 160 kilomètres du pôle. Avec *l'Endurance*, en 1916, il eut à vaincre les plus grandes difficultés, car ce bateau fut brisé par les glaces. Sa dernière tentative à bord du *Quest*, qui avait quitté l'Angleterre le 25 septembre dernier, n'a pas abouti, puisqu'il a succombé avant sa réalisation. R. D.

(1) Une étude détaillée sur l'œuvre de G. CIAMICIAN paraîtra dans un de nos prochains numéros.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 16 janvier 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel.* **Sur une extension d'un théorème de M. Landau.**

ALGÈBRE. — *A. Auric.* **Sur la réalisation des nombres entiers complexes.**

NOMOGRAPHIE. — *M. d'Ocagne* (prés. par M. Appell). **Sur la réduction de la quatrième dimension à une représentation plane.**

GÉOMÉTRIE — *G. Tzitzéica* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur les réseaux de points.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *C. Guichard.* **Sur les réseaux Ω_{00}.**

NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* **Relations entre : Les formes de carène d'un navire ; les déplacements relatifs à sa houle satellite ; son aptitude à la vitesse ; sa vitesse la plus économique, et la résistance de l'eau à sa translation.**

ASTRONOMIE. — *P. Salet* (prés. par M. Baillaud). **Sur la pression des atmosphères des étoiles et du Soleil.**

Cette pression peut être mesurée par l'observation des raies du fer des types *a, b, c, d,* qui sont inégalement déplacées vers le rouge. La discussion des résultats expérimentaux montre que la couche renversante du fer dans le Soleil est de l'ordre de quelques dixièmes d'atmosphères. Or, le déplacement des raies solaires vers le rouge ne peut s'expliquer par la pression ; pour cela, celle-ci devrait être de 5 ou 6 atmosphères. Il est donc possible que le déplacement observé soit dû principalement à l'effet Einstein.

PHYSIQUE. — *E. Brylinski* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur l'interprétation de l'expérience de Michelson.**

Cette interprétation n'est possible que si on admet l'existence d'un éther continu ou discontinu. La question de la continuité de l'éther n'est pas encore tranchée.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *H. Chaumat* (prés. par M. Paul Janet). **Sur l'application du galvanomètre balistique aux essais de fer.**

Dans la pratique, on met en série sur le circuit induit, entre la bobine et le galvanomètre, une résistance notable et connue, par exemple de l'ordre de grandeur de la résistance propre du galvanomètre. On décharge aux bornes de la résistance un condensateur de capacité connue chargé sous une différence de potentiel également connue.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude* (prés. par M. d'Arsonval). **Sur des accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur le moyen de les éviter.**

(Voir la reproduction *in extenso* de cette note, p. 91).

RADIOACTIVITÉ. — *Pierre Lemay* et *Léon Jaloustre* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur quelques propriétés oxydasiques du thorium X.**

Les auteurs ont constaté que le thorium X exerce une action oxydasique puissante vis-à-vis de l'adrénaline et de la morphine ; dans les mêmes conditions, l'alcool ne subit pas d'oxydation notable.

MINÉRALOGIE. — *Muguet.* **Le plomb dans les minerais d'urane de Madagascar.**

M. A. Lacroix a signalé la présence de traces de plomb dans la *bétafite* de Madagascar, d'où on peut extraire du radium. M. Muguet, en traitant plusieurs tonnes de ce minerai, a constaté que la teneur en plomb était d'environ 0,6 pour 100. Le plomb s'y

trouve vraisemblablement comme le terme ultime de la désintégration atomique de l'uranium.

ACTINOMÉTRIE. — *A. Boutaric* (prés. par M. J. Violle). **Sur le rayonnement diurne de l'atmosphère au mont Blanc.**

Ces observations ont été faites du 30 juillet au 7 août 1921, au moyen d'une pile thermoélectrique de Melloni. Par temps clair, la surface, recouverte de noir de fumée, rayonne, à 13^h35^m, vers le zénith, 0,175 cal. gr. par centimètre carré et par minute. M. Vallot avait trouvé, par une méthode indirecte, 0,19 cal. g. à 13^h et 0,16 à 14^h. Par temps couvert, la surface noire se réchauffe. Enfin, on a trouvé, pour le rayonnement lúmineux total du ciel : 0,052 cal. gr. à 11^h15^m ; 0,019 à 14^h25^m ; 0.000 à 16^h15^m.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Dufour* (prés. par Daniel Berthelot). **Valeurs des éléments magnetiques à la station du Val-Joyeux à Villepreux (Seine et-Oise) au 1er janvier 1922.**

Latitude : 48°49'16" ; longitude : 2°0'52" E Gr.

	Valeurs au temps 1922,0	Variation séculaire
Déclinaison	12°37'1	— 11'4
Inclinaison	61°40'1	— 1'7
Composante horizontale	0.19665	0,00000
» verticale	0,41541	— 0,00054
» nord	0,19190	+ 0,00014
» ouest	0,04296	— 0,00064
Force totale	0,45961	— 0,0 048

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Taffin* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur le recuit et les propriétés mécaniques des verres.**

Dans une note précédente, l'auteur avait donné la loi du recuit. De nombreuses déterminations établissent que ce recuit est le résultat d'une déformation visqueuse sous l'action des tensions internes ; le recuit ne peut plus avoir lieu lorsque les tensions deviennent égales ou inférieures à la limite élastique.

— *P. Woog* (prés. par M. Brillouin). **Sur la vitesse d'extension de couches minces d'huiles à la surface de l'eau.**

Le tableau comprenant les temps, la viscosité, les liaisons, les groupements CO^2H, etc, met en évidence que les vitesses varient dans le même sens que le rapport des (carbonyles des glycérides + liaison multiples + CO^2H libres) à la viscosité.

Ces remarques présentent une certaine importance parce qu'elles précisent les conditions de lubrification et le filage de l'huile à la mer.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Kling* et *M.* et *Mme Lassieur* (prés. par M. Haller). **Appareil pour la détermination de la concentration d'une solution en ions hydrogène. Application à la recherche des acides minéraux dans le vinaigre.**

Cette détermination consiste en une mesure de différence de potentiel. On emploie la méthode de Poggenduf (Voir Clark. Détermination des ions hydrogène) convenablement adaptée.. La détermination de l'exposant d'hydrogène est utile pour les chimistes et les biologistes. Les auteurs l'utilisent pour rechercher les acides minéraux qui, ajoutés au vinaigre, abaissent notablement l'exposant d'hydrogène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Grandmougin.* **Sur la sulfobenzide**

Il s'agit de la diphénylsulfone qui s'obtient comme sous-produit dans la sulfonation du benzène ; elle présente de nombreuses applications comme matière première des couleurs. L'auteur signale les constantes de ses dérivés et discute les propriétés chromophoriques de leurs groupements. A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *Maurice Leriche* (prés. par M. Ch. Barrois). **Les vestiges du Lutétien, remaniés dans le Quaternaire du nord de la France.**

L'étude détaillée des grès lutétiens remaniés dans le Quaternaire du nord de la France, et, en particulier, la détermination des fossiles qu'ils renferment, a permis à l'auteur de reconnaitre, dans ces grès, les vestiges de la plupart des niveaux distingués dans le Lutétien marin du bassin de Paris. La « glauconie grossière » elle-même s'y trouve représentée par des grès à gros grains de quartz et de glauconie ; elle y occupait la base de l'assise à *Maretia Omaliusi.*

— *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). **La structure du Nord Annam au nord de Thanh Hoa.**

Le nord de Thanh Hoa est un *pays de nappes* où l'auteur distingue quatre éléments tectoniques superposés, désignés ainsi : le Massif cristallin côtier, la Série primaire, la Série des schistes rubannés à porphyrites, les Masses calcaires supérieures.

— *L. Joleaud* (prés. par M. Emile Haug). **Sur l'âge des dépôts de phosphate de chaux du Sud marocain, algérien et tunisien.**

Le dépôt des phosphates de chaux a commencé au Maestrichtien, non seulement au Maroc, mais dans tout le Sud de la Berbérie, jusqu'à Tebessa (Algérie) et Gafsa (Tunisie), comme en Egypte et en Palestine. L'horizon intéressant pour l'exploitation date du Maestrichtien dans le Nord-Ouest et le Nord-Est de l'Afrique, Maroc, Egypte. Dans la région intermédiaire (Sud algérien et tunisien : Tebessa, Gafsa), il remonte seulement au Montien. Enfin, dans le Tell algérien, à Souk Ahras, des phosphates moins riches, dont l'extraction ne s'est pas montrée rémunératrice, existent à la fois dans le Montien et dans le Lutétien.

PALÉONTOLOGIE. — *Henri Joly* et *Nicolas Laux* (prés. par M. Emile Haug). **Sur la faune des couches moyennes et supérieures de l'Aalénien du Grand-Duché de Luxembourg.**

Les auteurs élucident les limites de la zone à *Harpoceras opalinum*, établissent l'existence de la zone à *Harpoceras Murchisonæ* et définissent les limites de la zone à *Harpoceras concavum*, en montrant le passage insensible de l'Aalénien au Bajocien.

BIOLOGIE. — *A. Goris* et *H. Delaard* (prés. par M. Guignard). **Influence des radiations solaires sur la culture de la Belladone et la formation des alcaloïdes dans les feuilles.**

L'action de la lumière solaire directe favorise la production des feuilles de Belladone. A poids égal, ces feuilles renferment sensiblement la même quantité d'extrait sec, mais la proportion d'alcaloïdes est plus élevée dans les feuilles développées au soleil que dans les feuilles poussées à l'ombre.

L'importance du rôle des radiations solaires est surtout mise en évidence par la comparaison des quantités de feuilles, d'extrait et d'alcaloïdes obtenus au cours d'une année.

ENTOMOLOGIE. — *Ch. Oberthür* et *C. Houlbert* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Quelques vues nouvelles sur la Systématique des *Melanargia* (Lèpidoptères : *Satyridæ*).**

En se basant sur le dessin des ailes inférieures, en dessous, les auteurs établissent, pour le genre *Melanargia*, quatre goupements qu'ils considèrent comme quatre excellentes unités systématiques. Avec le nom collectif *Melanargia*, ils instituent une nouvelle tribu, la tribu des *Melanagiini*, équivalente à celle des *Satyrini.*

PHYSIOLOGIE. — *Ch. Champy* ((prés. par M. E. L. Bouvier). **Sur le déterminisme des caractères sexuels chez les Tritons.**

L'auteur combat les raisons sur lesquelles M. Aron

s'est basé pour essayer de démontrer que les caractères sexuels des tritons sont déterminés par le tissu glandulaire du testicule.

— *Marage* (prés. par M. R. Bourgeois). **L'acuité auditive et l'aptitude au service militaire.**

On peut convenir d'appeler *oreille normale* celle qui, placée à 1 mètre de distance de l'appareil producteur du son, entend les voyelles fondamentales synthétiques sous une pression de 1 mm. d'eau. Une expérience de plus de 20 ans a prouvé à l'auteur que cette définition pouvait être regardée comme bonne et suffisante en pratique.

Après avoir proposé pour la réforme, au cours de la guerre, tous ceux ayant perdu plus de 50 pour 100 d'audition, M. Marage est à présent d'avis (ayant suivi depuis la paix les réformés) que la surdité ne devrait plus être une cause de réforme, un sourd étant tout à fait capable de rendre des services à l'armée.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *B. Roussy* (prés. par M. Ch. Richet). **Mesure de la surface cutanée du cheval.**

Dans plusieurs publications antérieures, l'auteur a montré comment se calcule exactement et rapidement la surface du corps de l'homme. Sa méthode est générale et est également applicable au cheval. La loi géométrique consiste à multiplier le périmètre moyen du corps par la hauteur périphérique moyenne.

CYTOLOGIE. — *J. Dragoin* (prés. par M. F. Henneguy). **Influence de la pression osmotique sur la division cellulaire.**

Le passage des œufs dans un milieu ayant une pression osmotique de 30-50 atm. influence toujours leur division, et cela d'autant plus vite que la pression est plus forte. Cette influence produit une série de dégradations en échelons réguliers touchant de plus en plus profondément la vie de la cellule. Si l'on remet, dans l'eau de mer normale, les œufs ayant été amenés par l action de la pression osmotique à ces divers échelons de dégradations, on constate que, pour les premières, l'altération est réversible et que l'œuf est capable de reprendre sa division normale, tandis que, pour les derniers, le phénomène est irréversible et entraîne l'incapacité de segmentation de l'œuf.

MICROBIOLOGIE. — *S. Metalnikow* (prés. par M. F. Mesnil). **La mort stérile des Chenilles infectées.**

En étudiant l'action des différents microbes sur les chenilles de *Galleria mellonella,* l'auteur a observé qu'un même microbe peut produire deux maladies différentes chez une chenille infectée. Si la chenille reçoit une petite dose de vibrion cholérique très virulent, elle meurt en 10-15 heures d'une septicémie très marquée. L'évolution de la maladie est tout autre si la chenille est contaminée avec des cultures peu virulentes. Tous les vibrions finissent par être digérés, mais la chenille n'est pas sauvée. Elle meurt d'une intoxication, au moment où elle était sur le point d'être entièrement débarrassée des vibrions injectés dans son corps.

Des résultats analogues ont été observés après injection de sarcines et de staphylocoques.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Schein* (prés. par M. Roux). **Dualité possible de la fièvre aphteuse (hypothèse de travail).**

L'auteur expose un certain nombre de faits qui semblent autoriser l'hypothèse d'une dualité de la fièvre aphteuse. La fièvre aphteuse vraie serait contagieuse à l'homme et au porc, ou à l'un des deux seulement. La « fièvre aphtoïde » ne le serait ni à l'un ni à l'autre, ou à celui auquel ne l'est pas la fièvre aphteuse.

— *H. Vallée* et *H. Carré* (prés. par M. E. Roux). **Sur l'immunité anti-aphteuse.**

Dans leurs expériences, les auteurs montrent la part qui revient à la variation de qualité du virus qui entre en jeu. Tout en éclairant de faits inédits la question de la fragilité de l'immunité anti-aphteuse, l'ensemble de leurs constatations pose nettement le problème de la pluralité des virus aphteux. Il les conduit à redouter que, pour longtemps encore, la médecine vétérinaire ne bénéficie point, dans la lutte contre la redoutable épizootie, de moyens préférables à l'hémovaccination des jeunes sujets et à l'aphtisation bénigne par voie sous-cutanée des adultes.

P. Guérin.

Séance du lundi 23 janvier 1922

HYDRODYNAMIQUE. — *D. Riabouchinski* (prés. par M. G. Kœnigs). **Quelques considérations sur la forme du solide et l'énergie du fluide qui l'entoure.**

SPECTROSCOPIE. — *A. Pérot* (prés. par M. Henri Deslandres). **Sur la variation de la longueur d'onde des raies telluriques.**

Les longueurs d'onde des raies telluriques varient avec la hauteur du Soleil. Elles croissent à peu près proportionnellement au sinus de cet angle, suivant la relation $\frac{d\lambda}{\lambda} = K.\,Sin\theta$. Les mesures faites d'octobre 1920 à septembre 1921 mettent en évidence des variations de K. Le résultat ne peut pas s'expliquer par l'élargissement dissymétrique des raies. Si on le rapporte à un effet Doppler par suite du mouvement des centres absorbants, on est amené à considérer la vitesse de ces particules comme variant avec les conditions météorologiques de la très haute atmosphère.

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Besson* et *H. Dutheil* (prés. par M. Bigourdan). **Le déplacement des hausses et des baisses barométriques et la direction des cirrus.**

De l'étude statistique de 10 années d'observation, il résulte que les lignes d'égale variation de pression (isallobares) se déplacent dans une direction à peu près perpendiculaire à leur orientation : cette direction apparaît comme indépendante de la saison et de la hauteur du baromètre. La moyenne annuelle est W8°N. Voici, pour la même période, les directions et les vitesses observées à Paris, pour les ondes barométriques.

	Octobre à Mars	Avril à Septembre	Année
Direction	W	W 12°S	W 6°S
Vitesse relative $\frac{1000V}{H}$	3m20	2m54	2m87
Vitesse absolue	24m6	22m4	24m4

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Colin* et *Mlle A. Chaudun* (prés. par M. Le Châtelier). **Sur la loi d'action de la sucrase : vitesse d'hydrolyse et réaction du milieu.**

La vitesse varie avec la réaction du milieu, elle a été mesurée pour une quantité de sucrase déterminée. On trouve que le poids de saccharose susceptible de fixer la sucrase, existant dans la liqueur, est d'autant plus faible que l'acidité est plus considérable. Cette immobilisation de l'enzyme peut s'expliquer au moyen d'une hypothèse admettant l'existence d'un complexe sucre-enzyme.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *C. F. Muttelet* (prés. par M. Lindet). **Nouvelle méthode pour la recherche de la graisse de coco dans le beurre de vache.**

On caractérise la phytostérine de la graisse de coco, à l'état d'acétate, alors que les beurres purs donnent

de l'acétate de cholestérine ayant un point de fusion moins élevé. On peut ainsi déceler la présence de 10 p. 100 de phytostérine. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Paul Lemoine* et *René Abard*. **Sur l'existence du Crétacé supérieur dans la fosse centrale de la Manche d'après les dragages du « Pourquoi-Pas ? »**

Des silex tout à fait analogues aux silex de la craie du Bassin de Paris jonchent, en très grande quantité, tout le fond de la fosse centrale de la Manche. Les échantillons recueillis montrent qu'un affleurement important de Crétacé supérieur, à faciès craie, se trouve dans l'axe de la Manche et prouvent que la « Trouée de la Manche » existait déjà à cette époque, faisant communiquer les mers crétacées du Bassin de Paris avec celles des Pyrénées et des régions méditerranéennes.

— *Léon Dussault* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la géologie de la province de Sam Neua (Haut Laos oriental).**

Le substratum est formé par des terrains cristallins (granite, gneiss, micaschistes, schistes amphiboliques et calcaires cipolins) qui affleurent dans des massifs situés des deux côtés du Nam Sam. Sur ce substratum se rencontre une très épaisse série schisto-gréseuse renfermant des fossiles triasiques. Au-dessus de la série triasique vient un paquet principalement calcaire.

Une longue traînée de roches à pyroxène, profondes, postérieures aux charriages de la région, se poursuit suivant la direction Nord-Ouest et sépare le Plateau de Nong Kang du massif du Moyen Song Ma.

— *René Bourret* (prés. par M. Pierre Termier). **Les massifs autochtones du Nord-Est du Tonkin.**

Au point de vue statigraphique et en excluant le Dong Quan, les terrains sédimentaires des éléments autochtones sont exclusivement, où l'auteur les a étudiés, le Dévonien et l'Ouralo-permien. Pour le Dévonien, on ne peut parler avec certitude, dans les massifs envisagés, que d'Eifélien, de Givétien et de Dévonien supérieur.

Le fait le plus apparent réside dans la discordance de la masse calcaire ouralo-permienne sur les terrains dévoniens. La discordance tectonique s'observe avec le plus de netteté à la faveur de fenêtres, par exemple au nord de Quang Uyen et en de nombreux points du Lu Khu.

— *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). **Sur la structure du Trias des régions de Meknès à l'Innaouen (Maroc septentrional).**

Les couches gypso-salines de cette région ne semblent pas toutes triasiques. Une partie sont éocènes ou même miocènes et proviennent vraisemblablement de terrains triasiques remaniés.

En bien des points, le contact du Trias et des marnes miocènes existe, mais sans qu'on puisse suivre le passage du Trias à travers le Jurassique.

La forme même des pointements de Trias exclut, dans la région observée, la présence de nappes de charriage et fait ressortir le caractère intrusif de Trias.

PALÉONTOLOGIE. — *Sabba Stefanescu*. **Sur l'importance pratique et phylogénétique du talon antérieur (T_a) des molaires des mastodontes et des éléphants.**

Puisque le T_a des molaires d'*Elephas meridionalis* et de *Mastodon arvernensis* présente les mêmes caractères morphologiques et puisqu'il est engendré de la même façon, par le collet du bord antérieur de la couronne, il s'ensuit que ces deux espèces sont liées phylogénétiquement et que les mastodontes bunolophodontes sont les ancêtres de l'*Elephas meridionalis* et de ses descendants.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *André Allix* (prés. par M. Ch. Barrois). **Observations sur la sculpture du relief par les glaces.**

L'exploration de deux grandes crevasses a montré à l'auteur qu'il y a abrasion de la surface rocheuse du fond, et abrasion vigoureuse, enlevant sur la totalité du fond une épaisseur appréciable de masse rocheuse. Cette épaisseur, variant avec la grosseur des blocs (quelques centimètres de diamètre en moyenne), paraît être, aux points considérés et à la date du 10 août, de l'ordre de grandeur d'au moins 1cm. par jour ; c'est dire qu'elle paraît relativement énorme par rapport à toutes les autres actions érosives connues. L'auteur propose d'appeler cette action spéciale la *corrosion sous-glaciaire*.

— *G. Dubois* (prés. par M. Ch. Barrois). **Modifications apportées à la plage de Sangatte à la suite des tempêtes de décembre 1921.**

Les sondages et les affleurements de la plage de Sangatte montrent que la tourbe s'est formée à l'abri de la mer derrière le cordon littoral des Pierrettes ou derrière les ramifications lorsque ce cordon possédait encore sa base d'attache, maintenant détruite par la mer à la suite du recul du Blanc-Nez.

La tourbe ayant commencé sa formation au Néolithique, il faut admettre que le cordon des Pierrettes était constitué, au moins dans ses grandes lignes, dès cette époque.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* (prés. par M. Gaston Bonnier). **La formation des pigments anthocyaniques.**

L'auteur fait remarquer que M. Jonesco ayant opéré sur des phlobatannins, et non sur des pigments γ pyroniques, les conclusions critiques qu'il a formulées dans deux Communications récentes, relativement à la production des anthocyanines par réduction de ces pigments, ne peuvent être prises en considération. Les pigments rouges qu'il a obtenus, et qu'il a considérés comme des anthocyanidines, étant des composés phlobaphéniques, ses conclusions relatives à la production des pigments anthocyaniques par oxydation ne peuvent non plus être acceptées.

BOTANIQUE. — *G. Hamel* (prés. par M. L. Mangin). **Sur la végétation algologique de Rockall.**

Le rocher de Rockall pointe dans l'Océan Atlantique à 240 milles marins de la côte nord-ouest de l'Irlande. La seule Algue brune que l'auteur y ait rencontrée est l'*Alaria esculenta* (Lyngb.) Grév. Sauf cette espèce, toutes les autres étaient représentées par des spécimens nains et chétifs et semblaient se trouver dans des conditions particulièrement dures : *Prasiola stipitata* Suhr., *Enteromorpha compressa* (L.) Grèv., *Rhizoclonium riparium* (Roth.) Harv., *Ulva Lactuca* L., *Rhodochorton Rothii* Naeg., *Bangia fusco-purpurea* Lyng., *Polysiphonia urceolata* (Lightf.) Grèv.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). **Sur le parasitisme de *Sphacelaria bipinnata* Sauvageau.**

Il n'y a aucune analogie entre la fixation de *Sphacelaria bipinnata* sur *Halydrys siliquosa* et la fixation d'une phanérogame parasite sur son hôte. Cette fixation n'entraîne d'ailleurs, contrairement à ce qui se produit chez les phanérogames, aucune modification dans les organes de multiplication et de reproduction, comme l'a déjà remarqué Sauvageau.

PHYSIOLOGIE. — *W. Koskowski* (prés. par M. Roux). **L'action de l'histamine sur la sécrétion du suc gastrique chez les pigeons.**

L'histamine n'est pas détruite dans le sang et n'est

pas transformée dans le sang en substance stimulante de la sécrétion gastrique ; elle subit cette transformation dans les autres tissus et principalement dans la peau.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *S. Nicolau* (prés. par M. Roux). **Vaccine pure cérébrale. Virulence pour l'homme.**

Le virus vaccinal, cultivé dans le cerveau de lapin depuis 8 mois, n'a pas perdu son affinité cutanée pour l'homme. Inoculé à des nouveau-nés, des nourrissons et des adultes, il engendre des vésico-pustules semblables à celles de la vaccine habituelle, évoluant comme elle, sans nulle tendance à la généralisation et exemptes de toute complication. Il offre sur la vaccine ordinaire l'avantage d'être, sans nulle addition d'antiseptique, d'une pureté absolue. Sa virulence est quasi constante, ses propriétés vaccinales se conservent longtemps, tant à la glacière qu'à la température ordinaire.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *A. Donatien* et *R. Bosselut* (prés. par M. Roux). **Encéphalite aiguë contagieuse du bœuf.**

Pendant l'automne 1921, une maladie contagieuse a causé neuf morts dans l'effectif de 20 bœufs d'une ferme des environs d'Alger. L'étude expérimentale qui en a été faite prouve qu'il s'agit d'une maladie infectieuse transmissible en série au bœuf, au lapin et au cobaye. Les auteurs estiment qu'on se trouve en présence d'un virus nouveau neurotrope. Il est vraisemblable qu'il y aura lieu de le placer à côté des virus de l'encéphalite léthargique et de la poliomyélite antérieure aiguë de l'homme.

En raison des manifestations cliniques de la maladie naturelle, MM. Donatien et Bosselut proposent pour celle-ci l'appellation d'encéphalite aiguë contagieuse du bœuf. P. GUÉRIN.

Séance du 30 janvier 1922

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu* et *Ch. Dufraisse*. **Sur l'autoxydation : les antioxygènes.**

On sait que l'oxydation spontanée intervient dans beaucoup d'actions chimiques ou biologiques. Or, celle-ci peut être contrariée par la présence de certains corps. Cette action antioxygène appartient en particulier à la fonction phénol. Alors que l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque se fait très rapidement, elle n'empêche pas la présence de traces d'hydroquinone. Il en est de même de beaucoup d'aldéhydes, de l'acroléine, de l'essence de térébenthine dont l'oxydation est retardée par de nombreux corps phénoliques. On arrive sinon à des vitesses nulles, mais à des vitesses qui varient, toutes choses égales d'ailleurs, avec la nature de l'antioxygène. Ces observations mettent en relief un nouveau et important chapitre de la catalyse, entraînant des applications intéressantes dans des voies diverses. Cette propriété antioxygène peut donner lieu à des applications thérapeutiques intéressantes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Weiss* et *P. Henry* (prés. par M. H. Le Châtelier). **Influence de la température sur la vitesse d'interpénétration des solides.**

L'alliage de Ag à 14 p. 100 de Sb peut être obtenu à l'état de solution solide homogène ; il peut être aussi préparé en solution solide hétérogène. Il convenait d'étudier les facteurs de l'homogénisation. On obtient le composé As^3Sb violet et l'Ag. Une formule permet de grouper les résultats.

— *E. Darmois* (prés. par M. Hallez). **Sur deux nouveaux molybdomalates d'ammonium.**

On a deux composés lévogyres auxquels correspond un acide lévogyre. On retrouve les maximums de Gernez.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Seyewetz* et *Vignat* (prés, par M. Haller). **Action du sulfite de sodium sur la nitrobenzine.**

On obtient du paramidophénol sulfonique avec un rendement égal 47.7 p. 100 du rendement théorique. On passe par une hydroxylamine sulfonique qui se transpose. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). **La structure du Nord-Annam au sud de Thanh Hoa.**

Le Nord-Annam presque tout entier doit être considéré comme une région de nappes. Vers la côte seulement, et sans doute aussi au sud-ouest de la Chaîne annamitique, il peut être question d'un *avant-pays* qui serait caractérisé par une couverture transgressive de grès secondaires. Au-dessus de l'avant-pays vient, en contact anormal, une lame complexe, représentée seulement dans le nord du Thanh Hoa dont elle constitue la Série primaire. Puis c'est la Série schisto-gréseuse, triasique et enfin, culminant sur le tout, on trouve les masses principalement calcaires de la Chaîne de Thanh Hoa, entre l'Annam et le Tonkin, et celles du pays de Hoi Xuan.

— *F. Blanchet* et *E. Chagny* (transm. par M. Kilian). **Nouvelles observations sur les dislocations de la Montagne de la Bastille, près de Grenoble.**

Les auteurs ont pu relever la présence de quatre torsions grossièrement parallèles, s'étageant sur le flanc ouest du promontoire de la Bastille. De plus il existe, dans la montagne de la Bastille, deux cassures importantes, la faille de la Saucisse et la faille du Jalla.

Le résultat de ces actions multiples (torsions et failles) est la formation dans le promontoire de la Bastille et le mont Jalla de trois tranches à peu près délimitées à la façon des touches d'un clavier.

PALÉONTOLOGIE. — *G. Corroy* (prés par M. Pierre Termier). **Sur quelques Poissons néocomiens de la Haute-Marne et de la Meuse.**

Il s'agit des *Mesodongigas* Agassiz et *M. robustus* Cornuel, du Hauterivien, du *Mesodon heterotypus* Cornuel qui est bien une espèce à maintenir dans le Néocomien du Bassin de Paris, du *Cœlodus Mantelli* Agassiz, dont la présence est certaine dans le Néocomien du Bassin de Paris, et d'un Lamnidé : *Odontaspis macrorhiza* Cope, mut. *infracretacea* Leriche, beaucoup moins rare qu'on ne le pensait, dans le Hauterivien.

— *L. Joleaud* (prés. par M. Emile Haug). **Sur l'aire de dispersion de Dyrosaurus, Crocodilien fossile du Nord Ouest africain.**

Teleorhinus, *Congosaurus* et *Dyrosaurus* sont trois Téléosauridés qui témoignent de la persistance de cette famille jurassique jusqu'au Turonien, dans l'Amérique du Nord, et jusqu'au Montien, en Afrique.

A l'aurore des temps éocènes, les eaux douces présentent en Afrique, comme le milieu marin, l'association de types jurassico-crétacés persistant plus ou moins longtemps (*Gafsacheirys*) et de genres précurseurs des faunes éocènes (*Podocnemis*).

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). **Sur l'origine des vacuoles aux dépens de l'aleurone pendant la germination des Graminées.**

Dans les Graminées, les grains d'aleurone ne sont pas des plastes particuliers, mais représentent des éléments du vacuome, comme ceux du Pin et du Ricin. Il est certain, d'après l'auteur, que les vacuoles des plantules se forment aux dépens de l'aleurone des graines et qu'il n'existe pas d'autre système de vacuoles prenant naissance différemment au cours de la germination.

PHYSIOLOGIE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). **La tension superficielle et la narcose.**

D'une façon générale, les narcotiques et les anesthésiques abaissent la tension superficielle ; il y a un parallélisme entre ce degré d'abaissement et leur puissance narcotique.

Les recherches que poursuit l'auteur établiront si, entre le degré d'abaissement de la tension superficielle et la modification du gonflement des tissus ou des colloïdes, le même parallélisme persiste. Dans l'affirmative, la question de la narcose trouvera une explication colloïdale.

ENTOMOLOGIE. — *René Jeannel* (prés. par M. E. L. Bouvier). **La variation des pièces copulatrices chez les Coléoptères.**

L'auteur fait ressortir que les classifications des Coléoptères actuellement en vigueur ne tiennent absolument aucun compte des caractères sexuels et affirme que, dans ces conditions, toutes les descriptions des genres et des espèces de Coléoptères sont à refaire ou, tout au moins, à compléter par l'addition de ces caractères.

PROTISTOLOGIE. — *L. Léger* et *E. Hesse* (prés. par M. Henneguy). **Microsporidies bactériformes et essai de systématique du groupe.**

Les Microsporidies se diviseraient d'abord en deux sous-groupes : les Dicapsulées ou *Dicnidea* et les Monocapsulées ou *Monocnidea*. Les *Dicnidea* ne comprennent actuellement que le seul genre *Telomyxa*. Les *Monocnidea* seraient réparties en trois familles, selon la forme fondamentale de la spore : 1° spores piriformes (Glugéidées : *Glugea, Nosema, Pleistophora*, etc.) ; 2° spores sphériques (Cocconemidées : *Cocconema*) ; 3° spores en bâtonnet droit, arqué ou spiralé (Mrazekidées : *Mrazekia, Octospora, Toxonema*).

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mme Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. Henneguy). **Sur des phénomènes d'autodestruction et d'auto-agglutination chez les Convoluta.**

Quand les *Convoluta* sont réunies en grand nombre ou bien placées dans un petit volume de liquide, les effets de KCl sont beaucoup plus désastreux que dans le cas contraire, et se manifestent en particulier par le phénomène d'agglutination. Une substance émise par les individus en voie de cytolyse agirait sur ceux encore indemnes en amenant leur agglutination. L'auto-destruction ainsi déterminée est fonction de la masse des individus et de la masse du liquide ambiant.

MORPHOLOGIE. — *M. Aron* (prés. par M. Widal). **Signification morphologique du tissu glandulaire endocrinien du testicule des Urodèles.**

Si la signification physiologique du tissu endocrinien est identique à celle de la glande interstitielle du testicule des Mammifères, sa signification morphologique apparaît toute particulière.

A la suite de certaines considérations, l'auteur se trouve entraîné à admettre que la glande interstitielle assume l'exercice simultané de la double polarité, exocrine et endocrine, que l'on voit chez les Urodèles mise en jeu alternativement, et qu'elle représente un tissu destiné à suppléer les cellules de Sertoli, désormais vouées, par le progrès de leur différenciation, au rôle purement exocrine d'intermédiaire entre le milieu nourricier et la lignée germinale.

(*A suivre.*) P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Où en est l'astronomie, par l'abbé Th. Moreux, Directeur de l'Observatoire de Bourges, 1 vol. in-12 de 296 pages avec 62 figures. (Collection des mises au point), Gauthier-Villars et Cie, 55, Quai des Grands Augustins, Paris. — Prix, cartonné : 15 francs.

« Aucun homme instruit, indique l'abbé Moreux dans l'Introduction, ne doit demeurer étranger au progrès de la pensée. Le temps manque, direz-vous, pour aborder toutes les questions. Soit, et c'est pour cette raison précisément qu'a été fondée cette collection des *mises au point*.

« Le moment n'a jamais été aussi opportun. A l'heure où les principes les mieux établis de nos sciences paraissent subir un assaut formidable de la part même des savants, il est de la première nécessité d'examiner l'ensemble de nos acquisitions, de dresser notre bilan, de faire notre inventaire, en ayant soin, non d'écarter les postulats, mais de les reconnaître pour tels. »

Nul mieux que l'abbé Moreux n'était qualifié pour écrire la *mise au point* relative à l'astronomie. Astronome éminent, ayant apporté des contributions personnelles importantes aux innombrables problèmes que soulève l'étude des Univers, et, tout à la fois, écrivain distingué, au style sobre, clair, coloré, il nous apporte un livre au courant des plus récentes conquêtes de la science astronomique, où sont nettement notés les imperfections et les points faibles des théories, et où abondent des aperçus philosophiques qui soutiennent l'attention et obligent constamment le lecteur à *penser*. C'est un livre qui intéressera tous les esprits cultivés désirant connaître, dans ses grandes lignes, l'état actuel de la science astronomique.

L'analyser serait passer en revue, avec moins de compétence que l'auteur, les problèmes que soulève l'étude des divers astres : le soleil, les planètes, les comètes, les étoiles filantes et les bolides, les étoiles, les amas stellaires, les nébuleuses. On sait combien nos idées ont évolué sur beaucoup de points, depuis quelques années, grâce surtout aux progrès de l'analyse spectrale qui a permis de mieux connaître la structure et la vitesse des astres les plus éloignés. Pendant longtemps la Voie Lactée a semblé limiter notre Univers ; on a aujourd'hui des raisons de penser, que certaines nébuleuses n'en font pas partie : « elles aussi seraient des univers séparés, lambeaux d'une masse démesurément étendue, îlots plutôt d'un archipel noyé dans un océan sans rivages ». Les progrès réalisés par la physique au cours de ces dernières années sur la constitution de la matière ont également modifié et précisé nos conceptions sur l'évolution des mondes.

« Il est impossible, disait Henri Poincaré au début de ses leçons sur les cosmogonies, de contempler le spectacle de l'Univers étoilé, sans se demander comment il s'est formé. » Nul livre, mieux que celui de l'abbé Moreux, n'est propre à satisfaire cette noble curiosité.

A. Boutaric.

Espace, Temps et Gravitation (*La théorie de la relativité généralisée dans ses grandes lignes. Exposé rationnel suivi d'une étude mathématique de la théorie*), par M. A.-S. Eddington, Professeur d'astronomie à l'Université de Cambridge, ouvrage traduit de l'anglais par M. J. Rossignol, Elève de l'Ecole

Normale Supérieure, avec une introduction de M. Paul Langevin, Professeur au Collège de France. Un vol in-8° de 264 + 150 pages. Librairie scientifique J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris. Prix net broché : 28 fr.

Malgré toutes les publications déjà parues en France sur la Relativité, dont tout le monde parle mais qu'assurément bien peu de personnes comprennent, nous nous félicitons de voir excellement traduit l'exposé si personnel et si attachant que M. Eddington a donné du nouvel Evangile des physiciens.

M. Eddington est un jeune savant de la plus grande valeur qui, séduit par la beauté des théories d'Einsstein, s'en est fait l'apôtre et les a exposées, commentées, développées, avec une ardeur inlassable : d'abord dans les milieux scientifiques, par son Rapport à la Société de Physique de Londres et de nombreuses communications et discussions devant la Société Astronomique et la Société Royale, puis, dans un cercle plus étendu, par l'exposé dont M. Rossignol nous donne la traduction, rédigé pour le public cultivé mais non spécialisé.

Comme on le sait, un des caractères essentiels de la nouvelle théorie est que l'espace et le temps, étroitement liés au mouvement de l'observateur, ne conservent une individualité, dans l'Univers extérieur à nous, que mêlés l'un à l'autre d'une manière assez intime pour rendre leur combinaison parfaitement homogène.

L'adoption d'un espace-temps à quatre dimensions nous fait apparaître l'Univers sous un jour étrange, auquel nous ne sommes pas habitués ; en réalité, cependant, cet Univers est simplifié, et les phénomènes fondamentaux présentent une unité qui nous était autrefois cachée. Les résultats prévus par Einstein comme des conséquences de sa théorie : mouvement du périhélie des planètes, déviation de la lumière par le Soleil, déplacement des raies spectrales ont été vérifiés par l'observation. Et le nombre des adeptes de la Relativité croît chaque jour.

Mais les nouvelles conceptions de l'espace et du temps, pour si séduisantes que nous les fasse apparaître l'unité qu'elles réalisent dans le monde des phénomènes, sont si contraires à nos habitudes qu'elles imposent une gymnastique délicate à l'esprit qui veut les saisir. Les résultats nous semblent étranges et prennent quelquefois un aspect humoristique.

M. Eddington, dans la première partie du livre que nous analysons, en fournit un exposé d'ordre physique, débarrassé autant que faire se peut, de tout appareil mathématique ; il intéressera fort physiciens et philosophes, car l'auteur essaie toujours de traduire les symboles et les formules en images familières et d'en dégager la signification qu'ils ont pour le mathématicien lui-même. Et la leçon qu'il dégage de son étude est toute de modestie : « La théorie de la relativité, écrit-il, a passé en revue tous les sujets de la physique. Elle a unifié les grandes lois qui, par la précision dans la forme et la rigueur dans l'application, ont conquis dans la science humaine la place d'honneur que la physique occupe aujourd'hui. Et pourtant, en ce qui concerne la nature des choses, cette science n'est qu'une forme vide — un échafaudage de symboles. C'est la science de la structure et non celle de la substance... »

Dans une deuxième partie, écrite spécialement pour l'édition française, M. Eddington établit par le calcul, les résultats exposés dans la première partie. La lecture de ces pages, qui suppose la connaissance du calcul tensoriel, n'est pas facile ; mais elle intéressera les mathématiciens et les physiciens.

La traduction d'un tel ouvrage, où la pensée est si nuancée, n'était certainement pas facile. Aussi devons-nous féliciter M. Rossignol de l'avoir si brillamment réussie.

A. Boutaric.

Réactions anticorps. Etude quantitative de la Fixation de l'Alexine, par Ph. Lasseur et L. Spillmann. Fascicule I. In-8° de 815 pages, 10 figures. Maloine, éditeur, Paris.

Très intéressant travail dont une analyse ne peut donner qu'une idée imparfaite et qui est à consulter par toute personne soucieuse d'être au courant des idées actuelles sur la question de l'immunité.

Dans une introduction, les auteurs passent tout d'abord une revue rapide des phénomènes d'adsorption, de coagulation et d'agglutination. Ils examinent ensuite les théories qui tendent à expliquer les réactions anticorps : théorie d'Ehrlich de conception purement chimique, théorie d'Arrhenius et Madsen, physico-chimique ; enfin les théories plus purement physiques, ramenant les réactions anticorps à des phénomènes d'absorption, de Bordet, de Biltz et de Victor Henri, et de M. Nicolle.

Les auteurs donnent ensuite l'exposé de leurs recherches quantitatives sur le sujet.

La première partie a trait à la fixation de l'alexine. Lasseur et Spillmann donnent d'abord des détails sur la technique suivie, sur le matériel d'expérimentation employé : comme antigène des bactéries (surtout *B. balticus, B. chlororaphis, B. Le Monnieri, B. pyocyaneus*), des extraits bacillaires, des champignons, des extraits de cestodes et de nématodes ; ils discutent quelques causes d'erreur. Ceci posé, les résultats de leurs expériences peuvent être ainsi résumés : 1°) La fixation de l'alexine est une réaction limitée ; — 2°) plus la solution est diluée plus elle perd d'alexine ; — 3°) la concentration dans le complexe fixateur varie moins vite que dans le liquide ; — 4°) l'alexine fixée n'est que très difficilement entraînée par l'eau physiologique ; la réaction de fixation n'est pratiquement pas réversible ; — 5°) étudiant les conditions d'équilibre, les auteurs montrent que la loi d'Henry n'est pas applicable à la fixation de l'alexine ; l'équation qui les représente est tantôt une équation voisine de celle de Freundlich ; tantôt une équation différente ; il est actuellement impossible d'expliquer cette divergence de résultats.

Discutant ces faits expérimentaux, les auteurs rapprochent la fixation de l'alexine des phénomènes d'adsorption, sans toutefois que ceux-ci puissent fournir une explication totale ; passant ensuite à l'étude du « pouvoir anticomplémentaire », ils étudient expérimentalement la quantité d'alexine fixée en présence et en l'absence d'anticorps et concluent que la « spécificité est d'ordre quantitatif et non d'ordre qualitatif », conclusion qu'ils rapprochent de celle de Nolf ; ils relatent ensuite des expériences faites avec du sérum syphilitique et qui ne permettent pas d'affirmer que la fixation soit un cas d'adsorption décomposante partielle.

L'influence de deux conditions d'expérience sur la vitesse de réaction sont étudiées : 1°) le temps de contact : l'expérience montre que l'état d'équilibre est beaucoup plus rapidement atteint avec des antigènes fortement sensibilisés qu'avec des antigènes faiblement

sensibilisés, la vitesse est d'ailleurs très variable avec les espèces bactériennes ; — 2°) la température : en général la fixation de l'alexine est fonction de la température.

Lasseur et Spillmann envisagent ensuite l'action de la température, puis du temps, sur le pouvoir fixateur des suspensions bactériennes ; puis ils passent aux relations entre antigène, sensibilisatrice et alexine dans la réaction de fixation : 1°) la relation entre complexe fixateur et alexine est assez bien représentée par l'équation $C_1 = KC_2 + B$ (1) où C_1 = complexe fixateur ; C_2 = alexine fixée, K et B, constants ; tout au moins pour les concentrations faibles ; — 2°) la sensibilisatrice restant constante, la relation entre alexine et antigène peut s'exprimer assez approximativement par l'équation $C_1 = KC_2''$ (2) ou la suivante : $C_1 = KC_2'' + A$; (3) où C_1 = antigène, C_2 = alexine fixée, (K et A constants) ; enfin l'antigène restant constant, la relation entre alexine et sensibilisatrice est à peu près : $C_1 = \left(\frac{A}{B - C_2}\right)^n$ (4) (où C_1 = sensibilisatrice, C_2 = alexine fixée, A et B constants).

La deuxième partie est consacrée à l'Hémolyse par les sérums des animaux préparés. Elle débute par une revue des différentes théories de l'hémolyse, puis les auteurs passent à l'exposé de leur étude expérimentale du phénomène faite avec des sérums lapin-bœuf, lapin-mouton et lapin-homme. Elles donnent les résultats suivants : la relation entre alexine et sensibilisatrice, la quantité de globules restant constante, peut s'exprimer tantôt par une équation de forme : $C_1(C_2 - a) = K$, tantôt par une équation $(C_1 - a)(C_2 - b) = K$ (où C_1 = concentration de la sensibilisatrice, C_2 concentration de l'alexine, K, a et b constants). La relation entre la sensibilisatrice libre et la sensibilisatrice fixée ne répond ni à l'équation (1), ni à l'équation (3) vues plus haut, mais la courbe expérimentale est une hyperbole. La relation entre le mélange alexine+sensibilisatrice et l'antigène s'exprime par l'équation $C_1 = KC_2 + B_1$ qui est l'équation (1) déjà vue ; la relation entre sensibilisatrice et antigène dans l'hémolyse de quantités constantes de globules s'exprime par la même équation ; celle entre l'alexine et l'antigène dans les mêmes conditions, par l'équation $C_1 = KC_2''$ qui est l'équation (2) déjà vue. — La réaction n'est pas reversible ; sa vitesse, d'abord grande, décroît rapidement ; l'action du fractionnement du complexe sensibilisatrice + alexine sur la marche de l'hémolyse paraît exister, quoique faible et encore difficile à préciser.

Un Index bibliographique complet de 12 pages, termine cet important travail dont, nous le répétons, une analyse ne peut donner qu'une idée très imparfaite.

E. BRUMPFT,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

Commissions anglaises relatives à l'emploi des composés de plomb dans les travaux de peinture. I. *Couleurs plombifères dans la peinture du bâtiment.* — II. *Composés de plomb dans la peinture en carrosserie.* Traduit de l'anglais avec l'autorisation du H. M. Stationery Office, par F.-L. CANTINEAU, ingénieur A. I. Lg. 2 vol. in-8°. Béranger, éditeur, Paris et Liège. — Prix : 30 francs.

L'attention des hygiénistes est attirée depuis plus d'un siècle sur les dangers que présentent l'emploi des composés plombifères. Plusieurs pays avaient pris déjà des mesures plus ou moins efficaces pour réglementer, sinon empêcher, l'usage des oxydes ou des sels de plomb, lorsqu'en 1911 le gouvernement anglais nomma deux Commissions qui furent chargées d'étudier la question. Ce sont les Rapports des commissaires anglais, dont M. Cantineau donne une traduction française.

La tâche de la Commisison fut énorme pour juger la question avec impartialité, entre les affirmations et les témoignages des médecins, des chimistes, des peintres et des fonctionnaires et ceux des spécialistes délégués par les cérusiers de la Chambre de Commerce de Londres, spécialistes qui, bien entendu, défendaient leur industrie.

Les Rapports de la Commission constituent une documentation considérable englobant, dans son ensemble, toute la question de l'emploi des composés de plomb, documentation que ne pourront négliger de consulter les hygiénistes et les légistes toutes les fois qu'ils seront appelés à se prononcer sur le péril que présente le saturnisme. L. Ft.

La Céruse. Une grave question d'hygiène professionnelle et sociale, par F.-L. CANTINEAU, ingénieur A. I. Lg. In-8° de 480 pages. Béranger, éditeur, Paris et Liège.

M. Cantineau qui s'est spécialisé dans les questions relatives au saturnisme publie sur la céruse un excellent ouvrage formant une suite logique à sa traduction des Rapports de la Commission ministérielle anglaise chargée d'examiner la question de l'emploi des composés plombifères.

Dans ce nouveau livre, l'auteur traite tout d'abord, des divers composés du plomb et surtout de la céruse. Il fait une étude très documentée de la pathologie et de la prophylaxie du saturnisme et termine cette première partie en démontrant que, contrairement à ce que prétendent les procérusiers, l'intoxication est réellement due à la céruse elle-même et non pas aux diluants volatils, particulièrement à la térébenthine.

Dans la deuxième partie, il analyse toutes les mesures prises par les divers gouvernements contre le saturnisme, l'établissement ou l'application des lois, décrets ou réglementations. Il préconise l'internationalisation de la question de la céruse qu'il considère comme une mesure indispensable pour obtenir une prohibition totale.

Enfin, la troisième partie est consacrée à l'examen des remèdes propres à supprimer le saturnisme. Pour M. Cantineau il n'en existe qu'un seul : l'interdiction de fabriquer pour la peinture des produits possédant une haute teneur en plomb, produits déjà remplacés, dans beaucoup de cas, par des succédanés.

L. Ft.

Traité d'Embryologie des Vertébrés, par A. BRACHET. In-8° de 602 pages, avec 567 figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris 1921. — Prix : 60 francs.

Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de l'Université de Bruxelles, M. Brachet — dont les étudiants parisiens ont pu apprécier, durant la guerre, le talent professoral et la compétence en Anatomie humaine — est, en même temps et surtout, un biologiste éminent, qui a apporté une importante contribution personnelle aux problèmes les plus généraux de l'embryogénie, et, en particulier à ceux qui concernent les Vertébrés. Recherches et enseignement le désignaient donc pour écrire un *Traité d'Embryogénie des Vertébrés*, dont nous devons saluer avec empressement l'apparition, parce qu'il comble une regrettable lacune dans les ouvrages récents de langue française.

Félicitons d'abord M. Brachet d'avoir su traiter le

sujet d'une façon approfondie dans un espace relativement restreint : 600 pages, d'un texte, il est vrai condensé, mais très clair et qui résume une documentation très considérable et toute de première main. Les bibliographies qui terminent les chapitres permettent au lecteur de remonter aisément aux sources.

Les Vertébrés constituent dans le règne animal un ensemble aussi net que vaste, dont l'unité s'affirme encore par l'embryogénie ; nul terrain où les doctrines évolutionnistes n'aient mieux prouvé leur solidité et leur fécondité. Depuis l'état d'œuf jusqu'à l'achèvement de la différenciation des organes, le type se réalise, dans tous les groupes de cet embranchement, suivant un plan constant dans ses grandes lignes et dans le détail.

C'est ce que M. Brachet s'est attaché et a réussi à mettre en évidence avec une netteté parfaite. Il se borne à l'embryogénie proprement dite, laissant à l'anatomie comparée et à l'histogenèse tout ce qui concerne la différenciation spéciale des organes et des tissus, pour se limiter à leur origine et à leurs connexions. Il étudie d'abord la formation des cellules sexuelles et la fécondation (liv. I, p. 1-60), puis l'organisation et la formation de la blastula (liv. II, p. 63-112), la gastrulation et la formation de l'ébauche embryonnaire (liv. III, p. 113-178), la formation des feuillets définitifs de la corde dorsale (liv. IV, p. 179-261), la mésoblaste et le mésenchyme et la formation de l'appareil vasculaire et des annexes fœtales liv. V, p. 263-328). La seconde partie, ou embryologie spéciale (p. 329-592), traite successivement du développement de la tête (système nerveux, nerfs craniens, organes des sens, hypophyse, fentes branchiales et leurs dérivés, métamériecéphalique) et du tronc (système nerveux central, périphérique et sympathique, musculature, appareil excréteur, organes génitaux, glandes sexuelles, organes interrénaux, tube digestif et annexes, etc.). Cette brève énumération — il ne peut être question d'entrer dans la discussion de ces subdivisions — donne une idée du contenu du Traité. Son esprit sera caractérisé en disant qu'à toutes les pages, c'est toujours l'idée de l'unité des Vertébrés et de leur évolution qui est au premier plan ; mais M. Brachet n'en reste pas moins strictement attaché aux faits précis et concrets. Les figures (dont une bonne part sont originales) suffisent à l'attester. La grande majorité sont des coupes d'embryons fidèlement reproduites : chacune des questions énumérées plus haut est étudiée séparément dans les diverses classes et même souvent dans leurs subdivisions. Le livre pourra ainsi être également utilisé pour acquérir une connaissance générale et théorique de l'embryogénie des Vertébrés et pour s'orienter sur des objets concrets. Toute pénétrée de l'idée d'évolution, ce n'en est pas moins une œuvre de tendances essentiellement positives, affranchie des spéculations superficielles auxquelles on se complaisait volontiers il y a peu d'années et préoccupée toujours d'interprétations actuelles et physiologiques des faits. Dans la mécanique du développement, M. Brachet cherche toujours les explications causales.

L'auteur s'en est tenu rigoureusement à son plan, au point qu'on peut regretter qu'il n'ait pas consenti à s'en écarter par endroits, pour traiter un peu plus longuement certaines questions : telles les annexes embryonnaires des Amniotes et surtout le placenta des Mammifères, la polyembryogénie des Tatous, la forme extérieure des embryons, les formes larvaires et leurs métamorphoses.

Le succès assuré de cet ouvrage permet de songer à une réimpression et d'exprimer à ce sujet quelques desiderata. Je souhaiterais en particulier que M. Brachet révisât soigneusement les néologismes techniques, que tout spécialiste fabrique si aisément et comprend sans peine, mais qui égarent l'étudiant et, dans leur multiplicité, nuisent à la netteté des idées. Les explications des figures auraient besoin de quelques corrections et compléments; il ne serait pas inutile d'ajouter quelques figures d'ensemble, mais ce ne sont là que des détails infimes dans un livre qui, dès sa première réalisation, offre aux étudiants et aux chercheurs un exposé substantiel, clair et parfaitement moderne de l'embryologie des Vertébrés.

Après ce témoignage rendu à l'auteur, il convient de reconnaître aussi le soin apporté par l'éditeur à l'exécution matérielle de l'ouvrage, en particulier en ce qui concerne les figures, nombreuses, nouvelles et bien venues. A cet égard, le Traité de M. Brachet fait honneur à la librairie française et nul doute que le succès ne récompense l'effort.

M. CAULLERY.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

A. Robin et P. Dalché. — Traitement médical des maladies des femmes, 5e édition. In-8° de 724 pages. Vigot éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Childs Frick. — Extinct vertebrata faunas of the badlands of bautista creek and san tinates canon southern California. In-4° avec nombreuses figures. University of California Press, Berkeley, California.

A. Soulier. — Colloïdes, micelles et diastases. Leurs relations avec la vie. In-8° de 150 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

J. Comby. — Alimentation. Hygiène des enfants et notions pratiques sur les maladies les plus communes. In-16 de 450 pages avec 30 figures. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Ch. Steinmetz. — L'énergie électrique. (Traduit de l'anglais par B. Giraud). In-8° de 195 pages avec 50 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix: 18 fr.

J.-B. Pomey. — Analogies mécaniques de l'électricité. In-8° de XIV-152 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

P. Nyssens. — Efficience. In-16 de 200 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix 8 fr. 50.

M. Boll. — La science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains. In-16 de 259 pages. (Coll. des *Questions actuelles*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr.

Comité international des poids et mesures. — Procès-verbaux des séances, 2e série, t. IX. Session de 1921. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Annales hydrographiques. — Recueil des documents et mémoires relatifs à l'hydrographie et à la navigation. 3e série 1919-1920. Imprimerie Nationale.

Lumière-Jougla. — Agenda photographique pour 1922. In-8° de 508 pages. Gauthier-Villars, éditeur. — Prix : 3 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 4 — 60e ANNÉE — 25 FÉVRIER 1922

LE DÉVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (1)

.....

L'une des principales fonctions de l'Académie des Sciences est d'encourager et de développer les recherches originales dont ceux qui nous ont précédés ici nous ont donné de si grands exemples : c'est plus que jamais l'un des buts que la France doit poursuivre après la terrible guerre qui a fait partout tant de ruines. Je voudrais, à la suite de plusieurs de nos confrères, attirer l'attention sur cette question et faire connaître les ressources, en grande partie nouvelles, dont les chercheurs disposent aujourd'hui, indiquer les progrès qui semblent désirables.

Pour réaliser ces progrès, il n'est pas besoin de détruire nos organisations anciennes; elles ont fait leurs preuves pendant les années critiques qui se sont succédé depuis 1914; mais il faut améliorer, consolider, compléter, coordonner ce qui existe.

Notre Académie a rendu de grands services à la Science; il faut souhaiter que dans l'avenir elle en rende de plus grands encore. Elle ne doit pas être considérée comme une institution de parade dont les membres se contentent de regarder avec intérêt les événements scientifiques qui se passent autour d'eux. Elle doit avoir un rôle encore plus actif : ne pas s'isoler, s'extérioriser davantage, servir de cadre et de point d'appui aux différentes associations qui cherchent à faire progresser la Science et auxquelles nous sommes déjà tous mêlés à titre individuel.

Le *développement des associations scientifiques* a déjà eu lieu pendant la guerre et plusieurs d'entre nous ont tenu utilement et dignement leur place dans les organismes de toutes sortes chargés de collaborer à la défense nationale. On est entré encore davantage dans cette voie depuis la paix.

En 1918 ont eu lieu deux réunions des Académies interalliées : à Londres, sous la présidence de M. J.-J. Thomson; à Paris, sous celle de M. Emile Picard; on y a discuté le projet d'un « Conseil international de recherches ».

Ce Conseil international s'est constitué en juillet 1919, à Bruxelles, sous la présidence de M. A. Lacroix : les savants français y étaient en grand nombre. La réunion a choisi pour bureau définitif son Comité exécutif provisoire, présidé par M. Emile Picard. Le Conseil a décidé d'organiser et de prendre sous son égide des « unions internationales » pour les principales branches de la Science. Plusieurs se sont déjà formées : Astronomie, Géodésie et Géophysique, Mathématiques, Physique, Chimie, Radiotélégraphie, Géologie, Sciences biologiques.

Pour donner en France à ces unions internationales un soutien solide, l'Académie des Sciences a constitué, avec l'encouragement des pouvoirs publics, différents Comités nationaux :

Astronomie : président, M. Deslandres.

(1) Extrait du discours prononcé à la séance solennelle de l'Académie des Sciences, le 12 décembre 1921, par M. Georges Lemoine, président de l'Académie.

Géodésie et Géophysique : président, M. A. Lacroix.

Mathématiques : président, M. Picard.

Chimie : président, M. Moureu.

Sciences biologiques, y compris la Médecine : président, M. Laveran.

Géographie : président, M. le général Bourgeois.

Sciences géologiques : président, M. Douvillé.

Radiotélégraphie scientifique : président, M. Villard.

Physique et Mécanique : président, M. Lippmann.

Ces comités nationaux établiront sans doute des relations suivies avec les diverses sociétés scientifiques qui existent déjà depuis longtemps et sont la plupart très vivantes.

On sait qu'à côté et en dehors de ces comités nationaux se sont constituées diverses « fédérations » des sociétés savantes pour éviter la dispersion et l'émiettement des efforts scientifiques.

Plusieurs de ces comités nationaux ont tenu leurs réunions dans la salle de nos séances. Nos relations deviendront ainsi plus fréquentes et plus étroites avec les savants qui ne sont pas encore membres de notre Académie et qui souvent ont déjà été jugés très dignes de l'être. Et il est tout naturel que les vieux et vénérables bâtiments de l'Institut servent en toute occasion au progrès de la Science sans être considérés comme des sanctuaires inaccessibles.

Notre bibliothèque, dont beaucoup de personnes ignorent la richesse, l'actualité et les développements récents, pourra certainement être utilisée pour les études de toutes sortes qui précèdent et accompagnent les recherches originales.

Il faut espérer que tous ces groupements, en rapprochant les intellectuels entre eux, donneront d'heureux résultats pour les progrès de la Science.

Une aide matérielle pour les recherches originales, aide importante, est absolument nécessaire. Il n'y a guère que les mathématiciens qui peuvent, tant bien que mal, s'en passer, puisque leur esprit travaille sans l'intervention de la matière ; encore ont-ils besoin de bibliothèques bien fournies, et il leur faut aussi de l'aide pour leurs publications. Mais pour les Sciences physiques et naturelles il faut, en outre, des laboratoires et des laboratoires bien dotés; sans doute de grandes découvertes ont été faites presque sans ressources par des hommes de génie, tels que Fresnel et Ampère, mais la situation n'est plus la même aujourd'hui avec les développements de la Science. Tout a été dit dans ces temps derniers avec une merveilleuse éloquence sur « la grande misère » des laboratoires de France : nous ne saurions trop remercier les auteurs de ces plaidoyers qui ont ému l'opinion publique, surtout nos confrères de l'Institut, M. Maurice Barrès, M. Moureu et M. Viala. Mais il est juste de dire que, depuis 1918, beaucoup a été fait pour améliorer cette lamentable situation : il est nécessaire que les travailleurs connaissent nettement les organismes variés auxquels ils peuvent avoir recours pour faciliter leurs travaux.

Tout d'abord, l'Académie des Sciences a de nombreux prix avec lesquels elle cherche à récompenser les résultats des travaux scientifiques : il y a quelques jours, un nouveau prix (500 francs de rente annuelle) a été fondé en souvenir de l'abbé la Caille, l'illustre astronome, par M. Gaston la Caille, ancien magistrat, et par Mme Fischer, ses derniers parents : on sait que c'est ici même qu'était installé l'observatoire de l'abbé la Caille.

Mais, en outre, l'Académie a des fondations qui, en dehors des prix, lui permettent de disposer de crédits importants pour aider à des recherches sérieuses. Tel est le fonds Bonaparte dû à la libéralité de notre éminent confrère : ses subventions ont atteint 12.000 francs en 1921. Telle est aussi la fondation Loutreuil, qui s'applique aux travaux faits en dehors des Universités de l'Etat : ses subventions ont atteint un total de 105.000 francs en 1921. Cinq autres fondations, les fondations Trémont, Gegner, Becquerel, Bouchard, Clément Félix, atteignent ensemble 15.500 francs. Les fondations Jérôme Ponti et Hirn auront 6.000 francs de disponibles en 1922.

La caisse des recherches scientifiques qui existait déjà bien avant la guerre, depuis 1901 (loi du 14 juillet 1901), a pour but de venir en aide aux travaux originaux. Elle dépend directement du Ministère de l'Instruction publique, mais les subventions sont accordées sur la proposition de Commissions techniques où l'Académie des Sciences intervient par ses délégués. Cette institution a été beaucoup développée depuis la guerre. La loi de finances du 30 avril 1921 (*Journal officiel* du 1er mai 1921) l'a divisée en quatre sections : la section des sciences autres que la biologie a, cette année, un crédit de 147.000 fr.; la section des publications proprement scientifiques a 150.000 francs; une autre section a

pour but de venir en aide aux publications d'érudition. La section des sciences biologiques, y compris la médecine, est la mieux partagée : la subvention totale qui lui est affectée cette année dépasse 700.000 francs; cette somme, grevée en partie d'affectations spéciales, ne provient pas du budget, mais est prise sur les fonds du pari mutuel (500.000 francs) et sur le produit des jeux, auxquels s'ajoutent certaines libéralités particulières. Il ne faut pas ignorer, en effet, que les paris mutuels se sont élevés, dans la dernière année, à environ un milliard. L'Etat prélève sur ces recettes 10 pour cent (actuellement même 11 pour 100), soit environ cent millions que le Parlement n'a pas voulu incorporer au budget et dont l'emploi est réglé par la loi : une part importante est affectée aux œuvres d'assistance et d'hygiène, ainsi qu'aux améliorations agricoles.

La Direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions a été organisée pendant la guerre afin de résoudre les problèmes de toute sorte qui se posaient continuellement pour la défense nationale. Elle a survécu à la guerre et est installée tout près de Paris, à Bellevue (1, avenue du Général-Galliéni), avec des laboratoires spéciaux. Elle manifeste sa vitalité par un bulletin mensuel, alimenté par les travaux de savants d'origines et de spécialités très diverses. La subvention allouée par l'Etat à cette Œuvre, pour l'année 1921, est de 1 million 400.000 francs dont la plus grande partie est affectée à des recherches scientifiques. Le Directeur est notre confrère M. Breton, ancien Ministre de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociales.

Pour les recherches agronomiques, on doit mentionner le crédit considérable (dix millions pour 1922), accordé aux « offices agricoles » départementaux. D'autre part, le Parlement a voté trente millions pour la création et l'organisation d'un grand centre de recherches agronomiques. Enfin, six millions pris sur les fonds du pari mutuel sont accordés pour l'agrandissement de l'Institut national agronomique.

Notre confrère de l'Académie des Beaux-Arts, M. le baron Edmond de Rothschild, a fait, en 1921, une fondation de dix millions de francs, spécialement affectée aux recherches de Physique et de Chimie. L'Académie des Sciences est représentée par plusieurs de ses membres dans le Comité directeur.

On sait qu'un peu auparavant, M. de Rothschild avait installé, à Londres, une « maison de France », dont il avait fait don à l'Institut : 21 savants de tout âge peuvent y recevoir l'hospitalité, pendant plusieurs mois, pour se livrer à des études de diverses sortes; nos naturalistes, nos physiciens et nos chimistes peuvent aussi bien que les érudits et les artistes profiter de cet utile établissement. L'Académie des Sciences a droit au tiers des places : il est à désirer qu'elles soient remplies. Nous saisissons l'occasion d'offrir, au généreux donateur, l'expression de toute notre gratitude.

A ces diverses ressources, il faut en ajouter plusieurs existant déjà depuis longtemps, quoique la plupart de moindre envergure ; avant tout, les laboratoires des Universités de Paris et de province ; ceux de la Faculté de Pharmacie, de l'Ecole Normale supérieure, du Collège de France, du Muséum d'Histoire naturelle, du Conservatoire des Arts et Métiers, de l'Ecole pratique des Hautes Etudes, de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie, de l'Institut Pasteur, de l'Ecole supérieure d'Electricité ; et aussi, quoique n'ayant que très peu de places disponibles, les laboratoires de l'Ecole Polytechnique, de l'Ecole des Mines, de l'Institut catholique de Paris.

Pour les Sciences naturelles, les chercheurs disposent de laboratoires maritimes assez nombreux, notamment ceux de Banyuls, Roscoff, Wimereux, Saint-Waast-la-Hougue, Saint-Servan, Concarneau, Arcachon. On doit y joindre les ressources offertes à l'Océanographie par S. A. le Prince de Monaco.

En ce qui concerne spécialement les études agronomiques, on doit mentionner les laboratoires de l'Institut agronomique : au bout de leurs deux années d'études régulières, les élèves peuvent, par ordre de classement, entrer dans les laboratoires pour y parfaire leur instruction et bénéficient alors de bourses d'une assez grande valeur.

Enfin plusieurs sociétés savantes donnent aux recherches scientifiques des subventions importantes : en particulier, l'Association française pour l'avancement des sciences.

Cette énumération sommaire montre que de grands efforts ont été faits dans ces dernières années pour donner une aide matérielle aux recherches scientifiques, pour fournir aux travailleurs les outils dont ils ont besoin : le Parlement a droit à cet égard à toute notre gratitude.

Malgré tout, ces ressources importantes et variées sont loin d'atteindre celles que, depuis la guerre, nos nations alliées et associées ont affectées aux recherches scientifiques. Nos confrères, M. Lippmann et M. Le Chatelier, nous

les ont fait connaître : citons seulement, aux Etats-Unis, l'Institution Carnegie (1) qui est fabuleusement riche.

Mais c'est l'*homme* qu'il nous faut avant tout : le savant qui s'occupe de recherches originales et en fait sa vie ; c'est lui le premier moteur, au-dessus de tous les organismes, si puissants qu'ils soient, qu'on pourra installer.

Sous ce rapport, il ne faut pas se dissimuler qu'en France et sans doute dans les autres pays, la situation actuelle, depuis la guerre, est très attristante. Nous sommes tous d'accord pour jeter un cri d'alarme sur la diminution des véritables vocations scientifiques.

Le recrutement de l'élite que constituent les chercheurs désintéressés avait lieu jusqu'ici dans des milieux très variés ; souvent c'étaient des autodidactes, mais ordinairement des élèves de nos grandes écoles ayant acquis, par les études des licences ès-sciences ou par des études équivalentes, une solide instruction scientifique. Or, depuis que la paix nous a été rendue, le nombre de ces véritables amis de la science semble avoir singulièrement diminué. Beaucoup de jeunes gens sur qui l'on pouvait fonder quelque espoir se sont précipités sur l'industrie, négligeant même les carrières si honorables et si brillantes que leur offre l'Etat. L'élévation du prix de toutes choses explique cette situation : elle ne la justifie pas.

Si, par malheur, cette nouvelle mentalité devait s'accentuer, il ne nous resterait peut-être plus guère pour faire progresser la Science qu'un tout petit noyau composé de deux catégories d'intellectuels. D'abord quelques jeunes gens riches qui ont la rare, la très rare force d'âme de dédaigner les plaisirs faciles du luxe et qui s'attachent à la Science : tel était en Angleterre lord Rayleigh à qui l'on doit la découverte des gaz rares de l'atmosphère. Ces hommes de valeur, depuis l'origine même de notre Académie, ont toujours eu ses sympathies; elle leur a toujours ouvert ses rangs avec empressement ; elle est toute prête encore à admettre des savants de même origine. — Et à côté d'eux est une autre catégorie d'amis désintéressés de la Science : elle est formée de quelques ecclésiastiques qui ayant renoncé aux richesses dès le début de leur existence, épris d'idéal sous toutes ses formes, associent la vie religieuse à la recherche scientifique. L'un des plus illustres membres de notre Académie, l'abbé Haüy, a été un admirable exemple de cette association. C'est ainsi que la Science s'est conservée et propagée au moyen-âge. A ces savants aussi doivent aller nos sympathies : plusieurs de nos anciens lauréats, l'un de nos lauréats d'aujourd'hui, deux de nos correspondants et plusieurs membres des autres Académies appartiennent à cette catégorie.

Mais cependant la France ne peut pas, pour les recherches originales, renoncer à notre recrutement normal; d'autant plus que ce recrutement est nécessaire pour l'enseignement supérieur, sous peine de le borner à la simple pédagogie; nécessaire aussi pour l'armée dans ses corps savants dont l'importance est singulièrement accrue aujourd'hui. L'avenir et la grandeur de la France sont rattachés à ce recrutement. Quel est donc le remède?

Des conditions matérielles d'existence pour les chercheurs doivent avant tout leur être assurées d'une manière convenable pendant quelques années lorsque, recommandés par des juges compétents, ils veulent avoir un peu de calme pour s'essayer librement à des recherches originales; le plus souvent ce sera en vue d'une thèse de doctorat.

C'est ici qu'un grand progrès est à réaliser. Mais rien n'est à créer de toutes pièces; on a déjà fait beaucoup dans cette voie; seulement il y a beaucoup à faire pour améliorer et développer ce qui existe.

Dans cet ordre d'idées, on peut citer tout d'abord la fondation Thiers dont le Directeur était encore, il y a quelques jours, notre illustre et si regretté confrère M. Boutroux; les jeunes savants y sont complètement hospitalisés pendant trois ans. Mais le concours sur titres qui a lieu chaque année pour l'admission ne comporte que cinq places pour toutes les branches des connaissances humaines. Que n'y en a-t-il davantage! Un très grand progrès serait réalisé si les cadres de cette très utile institution pouvaient s'élargir considérablement grâce à des dons généreux. Un des pensionnaires de la fondation Thiers est l'un de nos lauréats d'aujourd'hui.

L'Ecole Normale supérieure garde presque toujours chaque année dans ses laboratoires un ou deux jeunes agrégés ; elle les utilise comme préparateurs ou bibliothécaires-adjoints, en leur donnant toutes facilités pour travailler en vue du doctorat.

Des bourses d'enseignement supérieur de diverses natures, bourses de doctorat, bourses de

(1) M. LIPPMANN, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 293. Voir aussi le livre de M. Caullery sur les Universités et la vie scientifique aux Etats-Unis, Chap. XIV et XV.

voyage, sont à la disposition des universités de l'Etat, du Collège de France, du Muséum d'Histoire naturelle, de l'Ecole des Hautes Etudes. Mais malgré certaines augmentations, elles donnent un revenu tout à fait insuffisant pour les exigences matérielles actuelles, car enfin il faut vivre... Rien, à ce que je crois, n'existe pour les établissements de haut enseignement autres que ceux du Ministère de l'Instruction publique.

Ce sont toutes ces ressources en faveur de quelques jeunes gens d'élite qu'il faudrait fortifier et développer. (1) Les amis de la Science ne peuvent pas faire de placement plus fructueux pour l'avenir de notre pays. Et en même temps, les Directeurs de nos grands corps savants devraient se faire un devoir, dès qu'un jeune homme, reconnu comme travailleur, fait preuve d'une véritable vocation scientifique, de lui laisser quelques années libres, sous une forme ou sous une autre, pour essayer de réaliser les idées originales qu'il peut avoir. On trouverait facilement pour ces jeunes gens des places temporaires où ils rendraient quelques services dans le haut enseignement, à condition de ne pas s'y éterniser : préparateurs et moniteurs pour les exercices pratiques : ces situations devraient être suffisamment rétribuées et laisser assez de temps libre pour des travaux personnels. Notre confrère, M. Termier, a très nettement développé les solutions pratiques de ce problème important dans un article éloquent, récemment publié par la *Revue de la semaine* (2 septembre 1921).

Et plus tard, si de ces années d'épreuves il sort des découvertes intéressantes, si le jeune homme persiste dans sa vocation scientifique, il faudra lui trouver quelque place plus stable qui lui permette de développer ses recherches, librement, sans attendre trop longtemps une des rares places de professeur de l'enseignement supérieur. A cet égard, je crois devoir insister sur ce que les recherches originales ne sont pas nécessairement liées à la pratique du professorat. L'un des grands savants du siècle dernier, Marc Seguin, n'a jamais été professeur ni cherché à l'être. Il devrait y avoir dans l'enseignement supérieur des situations équivalentes à celles de professeur, donnant des laboratoires autonomes; telles seraient, par exemple, celles d'examinateurs distincts des professeurs et, dans certains établissements, celles de conservateurs de collections. Ce n'est pas ici le moment de développer ces idées qui sont venues de différents côtés aux hommes qui s'intéressent à la Science, mais elles valent la peine qu'on y réfléchisse.

J'ai vu autrefois à l'Université d'Oxford un collège où il n'y avait pas un seul élève : rien que des professeurs, des *fellows* nommés au concours et ayant un traitement convenable provenant de fondations qui remontaient au Moyen-Age : ils étaient entièrement libres de se livrer à leurs travaux personnels. J'avoue humblement que cette liberté complète de la recherche scientifique m'a toujours paru singulièrement enviable.

Mais si la *mentalité* de la jeunesse française ne redevient pas ce qu'elle était autrefois, alors toutes les ressources matérielles, résultant de la bienveillance des Pouvoirs publics et de la générosité d'initiatives privées, resteront plus ou moins vaines. Je suis, pour ma part, porté à croire que la différence de mentalité constatée entre nos vieilles générations françaises et les nouvelles vient du changement de l'esprit de l'éducation nationale : autrefois idéaliste et spiritualiste, portée à l'enthousiasme, elle a pris souvent aujourd'hui des tendances plus ou moins matérialistes.

Croit-on que jadis, en sortant de nos grandes écoles, on pensait avant tout à s'enrichir? Pasteur, parmi nos savants les plus illustres, n'était-il pas absolument désintéressé? Et tous nos officiers, parmi lesquels nos grands maréchaux à qui nous devons la victoire, n'étaient-ils pas animés uniquement par le désir ardent et généreux de servir la patrie?

Réfléchissez donc, chers jeunes gens, qui peut-être êtes déjà séduits par l'attrait de la Science : si vous sentez la vocation scientifique, ne soyez pas hésitants; ne soyez pas des gagneurs d'argent! Vous trouverez dans les recherches originales, de quelque nature qu'elles soient, des satisfactions incomparables : la recherche de l'inconnu, pour un homme de science, ressemble à la découverte d'un pays inconnu par un explorateur, ravi de voir se dérouler devant lui des contrées nouvelles. La France est « le soldat de l'idéal », comme l'a dit une voix autorisée. Ayez un idéal! Quand vous aurez ainsi noblement et généreusement dirigé votre vie, vous serez estimés et aimés de tous ceux qui ont le culte de la vérité, et vous reconnaîtrez que la Science réserve à ses adeptes des jouissances qui valent incomparablement mieux que l'existence fiévreuse d'un homme d'affaires ou que tous les plaisirs faciles d'un homme riche et désœuvré.

Georges LEMOINE,
Président de l'Académie des Sciences

(1) La marquise Asconati-Visconti a donné récemment à la Société des Amis de l'Université de Strasbourg une somme de trois cent mille francs pour la création de bourses d'études (*Revue Scientifique*, 10 décembre 1921).

ÉMILE BOURQUELOT [1]

(25 juin 1851-26 janvier 1921)

MESSIEURS,

En prenant possession de la Chaire de Pharmacie galénique, mes premières paroles doivent être un hommage à la mémoire du savant éminent, du grand pharmacien, auquel j'ai l'honneur de succéder.

En retraçant devant vous la vie de labeur fécond, de dévouement désintéressé à notre profession, qui fut celle d'Emile Bourquelot, non seulement j'ai à cœur d'acquitter une dette de reconnaissance envers le Maître aimé, dont j'ai été l'ami et le confident pendant plus de 20 années d'une vie scientifique commune, mais, de plus, je veux glorifier une des plus belles figures de la Pharmacie française, et, en même temps, apporter aux jeunes gens qui m'écoutent, le magnifique exemple d'une vie, remplie par un travail ininterrompu, uniquement consacrée au culte de la science et à la recherche de la vérité.

Elie-Emile Bourquelot est né à Jandun, village du département des Ardennes, le 21 juin 1851. Ses parents, cultivateurs aisés, y vivaient de l'exploitation du domaine familial.

Il fit ses études au collège de Charleville et fut mis en relation à cette époque avec un très distingué pharmacien de cette ville, Achille Harlay. Il semble que ce soit ce dernier et peut-être un autre pharmacien de Mézières, Peltier, parent de Bourquelot, qui aient aiguillé le jeune collégien vers les études pharmaceutiques : la Pharmacie ne peut qu'être reconnaissante à la mémoire de ces confrères de cette heureuse indication.

Après la désastreuse guerre de 1870 qui avait interrompu ses études, Bourquelot entra comme stagiaire à la pharmacie Loret, à Sedan, qui s'ornait d'une enseigne moyen-âgeuse assez singulière représentant une truie faisant tourner un fuseau, et portant cette inscription : « A la truie qui file ». Bourquelot garda toute sa vie une profonde reconnaissance de l'enseignement reçu de son maître Loret, et il l'exprima publiquement à diverses reprises : « Je lui dois, disait-il, toute mon instruction professionnelle, et je n'ai pas le moindre regret d'avoir, sous sa direction, fait des paquets, remué le pilon, nettoyé des bassines, j'en tire tous les jours profit dans mon laboratoire... »

Après avoir accompli sa troisième année de stage à Reims, chez Vincent Laby, le jeune étudiant vint à Paris, à l'Ecole Supérieure de Pharmacie, où ses études furent marquées par de brillants succès scolaires.

Entre temps, il avait préparé le concours de l'Internat en pharmacie des Hôpitaux et avait été reçu le deuxième de la promotion de 1875. Il choisit l'hôpital de la Pitié et y resta jusqu'au 1er décembre 1878, date qui marque le début de sa carrière de Pharmacien des Hôpitaux.

En cette qualité, Bourquelot occupa successivement les postes suivants : la Clinique d'accouchement, l'hôpital des Enfants Malades, et l'hôpital Laënnec où il resta 32 ans. Atteint par l'honorariat en 1916, il fut maintenu en fonctions, à cause de la guerre, jusqu'en 1919 ; au moment de sa retraite définitive, il avait 44 ans de services hospitaliers.

Sa carrière universitaire, passée tout entière à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris, débuta par les modestes fonctions de Préparateur des Travaux pratiques de Chimie (1877-81). Il fut ensuite Préparateur du cours de Cryptogamie (1882-89), chargé entre temps des fonctions de Chef des Travaux de micrographie (1887-88).

Pendant cette période il avait achevé de conquérir ses diplômes universitaires : il avait été reçu licencié ès-sciences naturelles en 1880, pharmacien en 1882 et docteur ès-sciences naturelles en 1885.

Reçu au concours, agrégé de Pharmacie en 1889, il fut chargé du cours de Pharmacie galénique (1893-97) et enfin nommé Professeur de Pharmacie galénique (25 juillet 1897), à la mort du professeur Bourgoin. Il a rempli ces dernières fonctions jusqu'à sa mort.

*
* *

Bourquelot avait un physique imposant qui commandait le respect; sa physionomie calme et réfléchie, son regard profond, révélaient l'habitude de la méditation et de l'observation.

Son abord un peu froid et sévère était sans raideur. Dans l'intimité il était d'une simplicité parfaite, d'une grande bonhomie, ne cherchant jamais à s'imposer, ni à faire parade de son érudition, pourtant si étendue. Dans ses conversations familières, alimentées le plus souvent par les recherches en cours, et particulièrement par la question des ferments solubles, il aimait à provoquer l'opinion de ses élèves,

(1) Leçon d'ouverture du Cours de Pharmacie galénique (14 nov. 1921) à la Faculté de Pharmacie de Paris.

laissant le champ libre à la controverse.. Car s'il était, comme tout homme, sensible aux louanges méritées, il acceptait fort bien aussi les objections et les critiques, pourvu qu'elles fussent étayées d'arguments sérieux et fournissent un terrain solide à la discussion.

Ses élèves garderont longtemps le souvenir des agréables excursions qu'il dirigeait dans les bois des environs de Paris, dont le but avoué et réel était la cueillette et l'étude des champignons, mais qui s'agrémentaient en outre de longues conversations sur les questions scientifiques à l'ordre du jour. Que d'efforts ont été dépensés là pour résoudre la question, jusqu'ici non tranchée, de la nature intime des ferments et du processus, toujours mystérieux, de leur mode d'action !

Bourquelot avait un idéal moral très élevé et très simple à la fois, qui peut être résumé par ces deux mots : travail et devoir.

Son caractère, conforme à son idéal, était fait de droiture. Toujours soigneux d'éviter tout compromis, toute diplomatie compliquée, il s'appliquait uniquement à rechercher et à servir la vérité, non seulement par devoir, mais aussi par raison, parce qu'il pensait que c'était là la conduite la plus utile, sinon au point de vue purement personnel, certainement au point de vue général et social.

*
* *

La vie de Bourquelot, extrêmement remplie, a été entièrement consacrée à la science et à la pharmacie.

Il en a passé la plus grande partie au laboratoire, et il l'y eût passé toute, s'il n'en eût été distrait par les diverses fonctions dont il était chargé. Son ardeur concentrée pour la recherche, la rigueur de son expérimentation, la sûreté de ses déductions, sa prudence dans les conclusions, faisaient de lui le type du véritable savant.

Travailleur infatigable, il était un perpétuel sujet d'étonnement et d'admiration pour ses internes, qui le voyaient quotidiennement, après une journée déjà bien remplie, revenir encore le soir à son laboratoire où il travaillait jusqu'à une heure avancée. Qui d'entre nous, témoin de ce labeur, eût osé se plaindre de sa propre tâche devant un tel exemple ?

Bourquelot a beaucoup souffert de l'exiguité du laboratoire mis à sa disposition à l'Ecole de Pharmacie. Cet actif chercheur aurait pu alimenter de son inspiration de nombreux travailleurs. Si la place le lui eût permis, il eût pu augmenter notablement le nombre de ses collaborateurs et développer encore davantage le programme de ses travaux. Peu de temps avant sa mort, son autorité scientifique lui avait enfin fait obtenir de l'Université de Paris un crédit qui devait servir à l'agrandissement de son laboratoire; cette décision est venue trop tard.

C'est à son laboratoire de l'hôpital Laënnec que personnellement il a le plus travaillé, voulant faire profiter de celui de l'Ecole les chercheurs qui s'y disputaient les places pour s'instruire sous sa direction.

Il s'efforçait de développer l'amour de la science chez ceux qui l'entouraient ; et volontiers il associait à ses travaux, suivant leurs moyens, ceux de ses internes qui montraient des dispositions pour la recherche scientifique. Plus de 40 thèses sont sorties de son laboratoire.

Il est juste d'ajouter qu'il rencontra parmi ses élèves plusieurs collaborateurs dignes de lui, dont la science et le dévouement lui furent particulièrement précieux. Parmi ceux-ci, je dois citer en premier lieu, M. Hérissey, professeur agrégé, qui a travaillé à ses côtés pendant 26 ans et fut associé à un très grand nombre de ses travaux ; et aussi, M. Bridel, préparateur du cours, qui prit une part importante à l'élaboration des dernières séries de recherches du Maître, sur la synthèse biochimique des glucosides et la réversibilité des actions diastasiques.

*
* *

Bourquelot a été un professeur remarquable, s'appliquant à maintenir l'enseignement de la Pharmacie galénique au niveau le plus élevé, toujours au courant de toutes les nouveautés constituant un progrès véritable.

Son souci de l'exactitude le faisait remonter à la source même des renseignements qui lui étaient nécessaires ; de sorte que ses leçons étaient toujours composées sur des documents certains puisés dans les mémoires originaux. Rédigées et présentées dans une forme sobre, claire et élégante, elles apportaient à ceux qui les écoutaient le bénéfice du moindre effort pour comprendre et retenir. Ses expériences, judicieusement choisies, soigneusement préparées et exécutées, achevaient d'apporter à l'esprit de ses auditeurs la conviction que son exposé méthodique avait préparée.

Son érudition était considérable. Parti des sciences naturelles pour arriver aux sciences chimiques, il avait ainsi embrassé le champ tout entier des sciences pharmacologiques. Grâce à une rare puissance de travail, aidée par un esprit

très méthodique, il avait réussi à se maintenir au courant de tous les progrès réalisés dans ce vaste domaine. A une époque où le développement si rapide de la science impose chaque jour une plus grande spécialisation, une pareille tâche devient de plus en plus difficile ; aussi n'est-il pas exagéré de dire que Bourquelot nous apparaît comme un des derniers pharmaciens encyclopédistes.

*
* *

Son amour pour la science devait lui faire rechercher la fréquentation des diverses Sociétés scientifiques ; il était membre de la plupart de celles qui s'intéressent aux sciences pharmacologiques.

Il appartenait à la Société de biologie depuis 1885 et en fut vice-président en 1898. Il entra à la Société mycologique de France peu de temps après sa fondation et contribua beaucoup à en assurer le développement ; il en fut le secrétaire général 1890-92 et le président 1894-96.

La Société de Pharmacie de Paris l'a compté parmi les siens pendant 38 ans. Il en a été le Président en 1898 et le Secrétaire général depuis 1900 jusqu'à sa mort. Il remplit ces délicates et importantes fonctions avec un parfait dévouement et une grande autorité.

Il entra à l'Académie de Médecine en 1897. Très rapidement il s'y fit une place de premier plan par sa connaissance approfondie de toutes les questions pharmaceutiques, et l'intérêt qu'il portait à tout ce qui se rattachait à sa profession. Au début de cette année, la savante Assemblée l'avait élu vice-président à l'unanimité.

A l'Académie des Sciences il ne se présenta que très tard, malgré les affectueuses et pressantes sollicitations dont il avait été l'objet de la part de plusieurs académiciens qui désiraient le voir prendre place parmi eux. Il fut élu à sa première présentation en 1919, dans la section de Chimie, en remplacement de son Maître et ami Em. Jungfleisch.

L'autorité que Bourquelot avait acquise dans tous les domaines intéressant la Pharmacie le fit souvent désigner comme représentant officiel de la France aux divers Congrès. Partout, à Moscou, à Madrid, à Rome, à Bruxelles, à la Haye, à Londres, il représenta avec honneur et avec éclat la Pharmacie française, prenant une part active à toutes les délibérations où son avis, appuyé sur des connaissances étendues et précises, faisait autorité. Il fut un bon missionnaire scientifique de la France.

*
* *

Bourquelot a toujours été profondément dévoué à la Pharmacie qui lui avait ouvert les voies de la science. Il était pénétré du rôle élevé dévolu à notre profession, des services qu'elle a rendus et qu'elle rend chaque jour à notre pays et d'un point de vue plus élevé, à l'humanité. Dans son amour pour la Pharmacie, il ne séparait pas le côté scientifique et le côté professionnel. Pour lui, la Pharmacie était une dans son but : le soulagement des malades ; et il considérait que tous les pharmaciens, consciencieux et travailleurs, y concourent également quoique par des voies diverses : les uns en travaillant au développement de la science qui découvre les remèdes nouveaux, crée ou améliore les procédés de fabrication ou d'essai ; les autres en donnant à ces remèdes la forme appropriée et les dispensant suivant les besoins.

Aussi s'intéressa-t-il toujours à toutes les questions pharmaceutiques, qu'elles fussent d'ordre scientifique ou professionnel. Si ses préférences le portaient plutôt vers les premières, la haute idée qu'il avait de ses devoirs de pharmacien ne lui permettait pas de négliger les secondes. Dans toutes les occasions qui s'offrirent à lui, il sut s'arracher aux passionnantes recherches du laboratoire pour prendre en mains, avec un complet dévouement et toute son énergie, la défense des intérêts généraux de la Pharmacie, toujours confondus d'ailleurs avec ceux du bien public.

C'est surtout à la tribune de l'Académie de Médecine qu'il eut l'occasion d'apporter à la Pharmacie son concours le plus efficace et aussi le plus retentissant. Ce n'est pas ici le lieu de revenir sur les discussions très vives dont j'évoque le souvenir. Je dois cependant rappeler que dans la question des « remèdes secrets » qui mettait en jeu de gros intérêts, défendus par de puissants appuis, Bourquelot se déclara nettement, avec la très grande majorité des pharmaciens, l'adversaire résolu des charlatans et des remèdes secrets au moyen desquels ceux-ci exploitent la faiblesse et la misère humaines. Mais jamais il n'a été l'adversaire des spécialités, comme certains intéressés en répandaient le bruit avec insistance, encore moins des spécialistes, parmi lesquels il comptait des élèves et de nombreux amis.

La clarté qu'il apporta dans les débats par la netteté de ses arguments, par son souci constant du but visé, savoir : la défense des

intérêts des malades par le respect de la loi, lui assura le succès en ralliant à son opinion la presque unanimité de l'Académie.

Lors de la réforme des études pharmaceutiques, Bourquelot s'est montré le défenseur convaincu du stage maintenu à 2 ans et placé avant les études. Ce faisant, il était d'accord non seulement avec la très grande majorité des pharmaciens praticiens, mais aussi avec des savants illustres, tels que Balard et J.-B. Dumas; qui, à diverses reprises au cours de leur existence, proclamèrent l'utilité du stage pour la formation de l'esprit scientifique des jeunes élèves. « Les opérations de la pharmacie, disait J.-B. Dumas, constituent, on ne le sait point assez, la meilleure des écoles pour un esprit pénétrant et réfléchi... »

L'avis de Bourquelot ne fut pas suivi aussi complètement qu'il l'aurait désiré, et la durée du stage fut réduite à une année.

*
* *

Uniquement préoccupé de ses devoirs scientifiques et professionnels, Bourquelot ne s'est jamais inquiété de la recherche des honneurs. Aussi, comme tous les savants qui ignorent la réclame, eût-il toujours été méconnu des Pouvoirs publics, si quelques amis ne s'étaient chargés pour lui de démarches dont il n'avait aucun souci. Il fut fait Chevalier de la Légion d'honneur en 1905.

*
* *

Bourquelot est mort en possession de toute son activité que l'âge n'avait pas ralentie, au moment même où des crédits importants, mis à sa disposition, allaient lui permettre de développer plus à son gré son œuvre scientifique.

Il s'est éteint en quelques jours, emporté par une pneumonie, le 26 janvier 1921.

En accord avec la simplicité qu'il a montrée dans toute son existence, il a voulu que ses obsèques fussent dépourvues d'apparat : aucun discours n'a été prononcé.

Resté célibataire, il avait reporté toutes ses facultés affectives sur sa mère qu'il eut le bonheur de conserver longtemps. Il repose près d'elle, dans son pays natal, à Jandun.

Avec Bourquelot a disparu une des plus belles figures de la Pharmacie et de la Science françaises. Nous garderons, de ce grand Pharmacien, le souvenir d'un Maître bienveillant, d'un savant éminent, d'un travailleur acharné, d'une belle conscience.

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE

Je voudrais maintenant, Messieurs, retracer devant vous l'œuvre magnifique accomplie par le professeur Bourquelot, et vous donner une idée de la portée scientifique et philosophique des découvertes dont il a enrichi les domaines de la Chimie et de la Biologie. Malheureusement le temps dont je dispose ne me permet pas de l'exposer avec le développement qu'elle mérite. Je serai donc obligé de passer sous silence certains travaux, de me contenter d'en effleurer d'autres, et d'insister seulement sur les découvertes les plus originales, celles qui se sont montrées les plus fructueuses entre ses mains, et qui, en même temps, nous apparaissent les plus riches de promesses pour l'avenir.

Digestion chez les Mollusques. — Les premières recherches de Bourquelot ont trait à l'étude des phénomènes de la digestion chez les Mollusques Céphalopodes. Ainsi, dès le début, il s'est trouvé aux prises avec les ferments solubles, et ce premier travail a décidé de l'orientation de toutes ses recherches ultérieures.

Les trois principaux ferments rencontrés dans l'appareil digestif des Mollusques sont : la diastase ou amylase, la trypsine et la pepsine, cette dernière paraissant d'ailleurs ici sans utilisation.

Digestion des bioses. — Ce travail en appelant l'attention de Bourquelot sur l'amylase l'a conduit à étudier la digestion du maltose, produit immédiat de l'action de l'amylase sur l'amidon. Il a reconnu que ce biose (le maltose), qui n'est pas dédoublé par l'invertine, n'est assimilé qu'après avoir été hydrolysé par un ferment spécial qu'il a nommé maltase, et dont il a signalé la présence dans le liquide de culture de diverses moisissures.

Plus tard, il a montré qu'il en est de même pour le tréhalose, autre biose, dont l'assimilation doit être précédée de son dédoublement effectué par un autre ferment spécial, dénommé par lui *tréhalase.*

Rapprochant ces faits de ceux que Cl. Bernard a fait connaître relativement au sucre de canne, il énonçait en 1893, la loi suivante : « Les bioses ne sont pas directement assimilables. Pour être utilisés par l'organisme il faut qu'ils soient, au préalable, transformés en glucoses. Cette transformation est toujours déterminée chez les êtres vivants par un ferment soluble. »

Plus tard, il indiquait que cette loi devait être formulée d'une façon plus générale, car elle s'applique aux hydrates de carbone plus condensés que les bioses. Ses recherches sur l'hydrolyse de l'inuline par l'inulase, sur l'hydrolyse du raffinose et du mélézitose par les ferments de l'*Aspergillus niger,* sur l'hydrolyse du gentianose par l'invertine et la gentiobiase, etc., viennent à l'appui de cette manière de voir.

Albumens cornés et Pectines. — Si nous continuons à nous élever dans l'échelle de condensation des hydrates de carbone, nous arrivons à des composés plus ou moins voisins du type « cellulose », et qu'on peut supposer, par analogie, susceptibles d'être dédoublés par hydrolyse par des ferments appropriés.

Bourquelot n'a pas manqué de porter son attention sur ce groupe, plus particulièrement sur les albumens cornés et les pectines; il a apporté à la connaissance de la constitution de ces composés une importante contribution.

Les albumens cornés se rencontrent dans les graines d'un grand nombre de plantes appartenant à diverses familles botaniques : Légumineuses, Ombellifères, Asparaginées, Strychnées, Palmiers ,etc. Bourquelot a montré que ces albumens sont généralement des mélanges de mannanes, de galactanes, et aussi parfois d'arabanes ; c'est-à-dire d'hydrates de carbone donnant, par hydrolyse acide, du mannose, du galactose, de l'arabinose. D'ailleurs, ces hydrates de carbone existent dans ces albumens à des états de condensation variés. Pendant la germination des graines, ils sont hydrolysés par des ferments particuliers dont l'ensemble a été désigné sous le nom de *séminase;* jusqu'ici la graine de luzerne germée a été reconnue comme la source la plus abondante de ces ferments.

Les travaux effectués dans le laboratoire de Bourquelot sur les pectines de 13 espèces végétales ont permis de leur attribuer les caractères généraux suivants : elles sont dextrogyres, elles fournissent de l'arabinose par hydrolyse au moyen des acides dilués, elles donnent de l'acide mucique par l'acide nitrique à chaud. Elles sont en outre coagulables par la *pectase* et saccharifiables par la *pectinase,* ferment soluble dont la présence a été décelée dans l'orge germée. Dans certains cas (rac. de gentiane), la pectine ne préexiste pas dans les tissus végétaux ; ce qui existe, c'est, comme le pensait Frémy, un principe insoluble dans l'eau, le pectose, qui peut, par une première hydratation, se transformer en une matière gélatineuse soluble, la pectine. Bourquelot a donné le nom de *pectosase* ou *propectase,* au ferment qui produit cette hydrolyse.

Ferments solubles hydratants. — Ces travaux, beaucoup plus étendus que ce court résumé ne le fait pressentir, et quelques autres que je passe sous silence, avaient déjà permis à Bourquelot de découvrir 6 ferments hydratants nouveaux : 4 dont nous avons déjà parlé, la *tréhalase,* la *pectosase,* la *pectinase* et la *séminase :* puis, la *gentiobiase* qui dédouble le gentiobiose en deux molécules de glucose et la *géase,* qui hydrolyse la géine, glucoside de la racine de Benoite, en glucose et eugénol.

Ferments figurés. — Bourquelot a aussi étendu ses recherches aux ferments figurés. Il a, en particulier, repris les travaux de Dubrunfaut relatifs à la « fermentation élective » des sucres. Contrairement aux conclusions de ce savant, il a reconnu que la levure ne consomme pas les sucres successivement mais simultanément : les proportions consommées de chaque sucre varient avec la température, la concentration et la présence ou l'absence d'alcool.

Il a aussi observé le fait intéressant que le galactose pur ne fermente pas au contact de la levure basse lavée et essorée, mais sa fermentation est totale lorsqu'il est accompagné de petites quantités de l'un des sucres suivants : glucose, lévulose, maltose, etc.

Ferments oxydants. — Je me vois contraint de passer aussi rapidement sur les travaux concernant les ferments oxydants, malgré l'intérêt qu'ils présentent à plus d'un titre. Je me contente de rappeler que Bourquelot a trouvé dans certains Champignons une source de ferments oxydants d'une activité plus grande que ceux connus jusqu'alors. La stabilité de la solution glycérinée du suc de ces Champignons permet de l'employer comme réactif de laboratoire. Elle a été utilisée par lui pour étudier l'action oxydante de ces ferments sur un grand nombre de principes immédiats, appartenant principalement aux fonctions phénol et amine; dans quelques cas, il a réussi à préciser le processus de ces oxydations.

Emploi des ferments solubles comme réactifs de laboratoire. — Les recherches que je viens de résumer très succinctement avaient familiarisé Bourquelot avec le maniement des ferments solubles. Elles l'avaient éclairé sur leur importance physiologique, sur leur dispersion dans la nature ; elles avaient aussi fait ressortir une

qualité très précieuse de ces mystérieux agents, *leur spécificité*. Bourquelot ne tarda pas à apercevoir tout le parti qu'il en pouvait tirer, en les employant comme réactifs courants de laboratoire.

Sans doute ce n'était pas la première fois que les chimistes et les biologistes mettaient en œuvre les ferments solubles : l'invertine et l'émulsine par exemple. Mais leur utilisation systématique pour les applications analytiques et en particulier pour l'étude des principes immédiats existant chez les végétaux n'avait jamais été tentée.

Cette innovation constitue l'une des parties les plus originales et les plus fécondes de l'œuvre de Bourquelot. Non seulement elle l'a conduit à des résultats d'un très grand intérêt, mais elle a mis entre les mains des chimistes des instruments précieux, dont les services déjà reconnus permettent d'entrevoir toute l'importance.

Les ferments, en effet, présentent, sur les réactifs habituels des laboratoires, le gros avantage d'une beaucoup plus grande *spécificité*. Si nous prenons, comme exemple, l'action comparée de l'acide sulfurique et de l'invertine, qui l'un et l'autre hydrolysent le saccharose, avec production des mêmes composés, glucose et lévulose, nous voyons : que l'acide sulfurique n'hydrolyse pas seulement le saccharose, mais aussi tous les polyoses, les hydrates de carbone plus condensés (amidon, inuline, etc.), les glucosides, etc., en libérant dans tous les cas un sucre réducteur. L'invertine, elle, n'attaque, n'hydrolyse que le saccharose libre ou combiné.

La conclusion, c'est que la mise en liberté d'un sucre réducteur par l'acide sulfurique ne donne aucune indication sur sa nature, ni sur celle du complexe dont il provient; tandis qu'une action positive de l'invertine nous indique que le sucre libéré est certainement du lévulose, que ce lévulose était attaché à du glucose, soit seul (saccharose), soit par son intermédiaire à une molécule plus grosse (gentianose, raffinose, etc.)

Cet exemple, très simple, montre toute la portée pratique de la spécificité des ferments solubles et des services qu'ils peuvent rendre comme réactifs de laboratoires, plus particulièrement dans l'étude des constituants de la matière vivante.

Il convient pourtant d'ajouter qu'à côté de cet avantage capital, se rencontrent quelques inconvénients qui résultent : de la fragilité plus grande des ferments, de la difficulté de leur dosage, et aussi de la part d'inconnu qu'ils apportent par le mystère qui enveloppe jusqu'ici leur nature intime et le processus de leur action. Aussi leur emploi exige-t-il une éducation spéciale, nécessaire pour donner au chimiste le doigté indispensable à leur maniement, sinon pour les méthodes de recherche systématiquement établies, au moins pour celles faites en vue de progrès à réaliser.

Voyons maintenant le parti remarquable que Bourquelot et ses élèves ont su tirer de l'utilisation des ferments solubles dans la pratique des laboratoires.

Guidé par les faits déjà acquis, Bourquelot a d'abord dirigé ses efforts sur les deux applications suivantes :

1° Recherche biochimique du sucre de canne dans les végétaux;

2° Recherche biochimique des glucosides dans les végétaux.

Nous allons les examiner dans cet ordre. Mais une question préalable devait être résolue; celle de la stabilisation des équilibres existant dans le végétal à traiter, au moment choisi pour son étude.

Stabilisation des végétaux — Chacun sait qu'une plante arrachée du sol, ou une partie de plante détachée de la souche, ne périt pas instantanément. Elle accuse un reste de vie, facile à constater, qui ne s'éteint qu'après un temps plus ou moins long, pendant lequel la persistance des phénomènes vitaux, même réduits ou modifiés, entraîne des modifications corrélatives du contenu cellulaire.

Ces modifications peuvent être faibles et négligeables; elles peuvent au contraire être fort importantes. Dans le doute, il est prudent de les empêcher pour n'avoir pas à tenir compte d'une variation inconnue. Comme ce sont surtout les ferments solubles qui sont les facteurs principaux de cette vie prolongée, et que l'alcool bouillant (et aussi l'eau bouillante) les détruit rapidement, Bourquelot a imaginé de stabiliser ainsi les plantes, en les faisant tomber par petites parties dans de l'alcool en ébullition. Du même coup il évitait l'altération des principes immédiats existant dans la plante fraîche, et d'autre part il assurait la possibilité d'avoir, pour une série de recherches, un point de départ toujours identique, condition dont les chimistes apprécieront aisément la valeur.

Voici un exemple, tiré des recherches mêmes de Bourquelot sur la répartition des matières sucrées dans les Champignons (1889), qui montrera, d'une façon particulièrement nette, la nécessité et par suite l'importance de cette pratique :

Un lot d'Agarics poivrés jeunes (*Lact. pipe-*

ratus Fr) de 4 kg. ayant été partagé en deux portions égales au moment de la récolte, l'une des portions fut traitée par l'eau bouillante 1 heure environ après la récolte, et l'autre 5 heures plus tard. La première donna 20 g. de tréhalose brut et pas de mannite, et la seconde, pas du tout de tréhalose, mais 19 g. de mannite, Ainsi, en 5 heures, tout le tréhalose avait disparu et avait été transformé en mannite : ces deux opérations, prises isolément, auraient donc conduit à des conclusions fort différentes sur la nature des matières sucrées contenues dans le Lactaire poivré. Dans le 1er lot, l'eau bouillante en tuant les ferments, avait arrêté les processus vitaux et permis de retrouver le tréhalose existant dans le Champignon frais.

Recherche biochimique du sucre de canne dans les végétaux. — Elle est basée sur l'action de l'invertine, qui, hydrolysant le saccharose, sucre dextrogyre et non réducteur, en un mélange de glucose et de lévulose, mélange lévogyre et réducteur, produit une augmentation de la réduction totale et un déplacement à gauche de la rotation primitive.

Bourquelot a appelé « indice de réduction enzymolytique » dans le cas spécial du saccharose « *le nombre de milligr. de sucre réducteur, cxprimé en sucre interverti, formé dans* 100 *cm³ de liqueur, sous l'action de l'invertine, pour un recul de la rotation de* 1° *vers la gauche* (*en tube de* 2 *décim.*) » Cet indice pour le saccharose varie de 600 à 613 pour les températures comprises entre 14 et 20°.

Remarquons que l'invertine n'agit pas seulement sur le saccharose, mais sur plusieurs autres polyoses, comme le raffinose, le gentianose, le stachyose, etc., dont elle sépare une molécule de lévulose (c'est là son caractère spécifique) pour donner des sucres plus simples : le mélibiose, le gentiobiose, le manninotriose, etc. L'invertine devient donc ainsi le réactif du sucre de canne libre ou combiné. Mais, même dans ce dernier cas, la méthode biochimique ne conduit à aucune confusion : l'indice de réduction enzymolytique trouvé n'est plus celui du saccharose, et on est ainsi averti qu'on a affaire à un autre sucre.

Grâce à la simplicité et à la précision de cette ingénieuse méthode, il a été possible de rechercher le sucre de canne dans les différents organes (racines, feuilles, fruits, graines) de plusieurs centaines de Phanérogames; sa présence est générale; *il n'y a pas eu un seul résultat négatif.* Comme ce principe immédiat a été rencontré non seulement chez les Phanérogames, mais dans un certain nombre de Cryptogames : Fougères, Equisétacées, Hépatiques, Bourquelot a pu écrire : *Le saccharose est un principe nécessaire aux échanges nutritifs dans les plantes à chlorophylle.*

Recherche biochimique dans les végétaux des glucosides dédoublables par l'émulsine. — La méthode de recherche dans les végétaux des glucosides à l'aide de l'émulsine est analogue à la précédente. Elle est basée sur ce fait que l'émulsine, agissant sur la liqueur d'extraction convenablement préparée, produira une augmentation du pouvoir réducteur en même temps qu'un mouvement vers la droite de la rotation primitive. En effet, selon une règle empirique, énoncée par Bourquelot et Hérissey, « *tous les glucosides, hydrolysables par l'émulsine, dérivent du glucose* β *et sont lévogyres* ». Il suit de là qu'un composé lévogyre se trouve remplacé par un ensemble moins lévogyre, ou même dextrogyre, si comme cela arrive le plus souvent, le produit formé dans l'hydrolyse, en même temps que le glucose, est inactif.

D'après cela, *l'indice de réduction enzymolytique d'un glucoside hydrolysable par l'émulsine peut être défini : le poids en milligr. des produits réducteurs exprimé en glucose, formés dans* 100 *cm³, sous l'influence de l'émulsine, pour un retour à droite de* 1°, *observé au tube de* 2 *dm.* Il peut varier énormément d'un glucoside à un autre : celui de l'arbutine est de 700, celui de la gentiopicrine, 111.

La méthode permet, lorsqu'on connaît le glucoside, de le doser et se prête merveilleusement à l'étude de ses variations quantitatives, suivant les saisons ou les différentes conditions physiologiques de la plante qui le fournit.

La constatation d'un indice de réduction enzymolytique, ne se rapportant à aucun glucoside déja connu, permet de présumer la présence d'un principe nouveau, dont l'extraction peut être grandement facilitée par l'application de la méthode à l'émulsine qui constituera un excellent guide pour cette extraction.

La méthode biochimique de recherche des glucosides à l'aide de l'émulsine, inaugurée en 1901 a été extrêmement féconde. Appliquée dans le laboratoire de Bourquelot à 281 espèces de plantes Phanérogames, elle a révélé la présence de tels glucosides dans 205 espèces; dans 56 de ces dernières, les glucosides ont été isolés et caractérisés. Parmi ces derniers 14 n'avaient jamais été signalés; ce sont : *l'aucubine* (Bourquelot et Hérissey), retirée en 1902 des graines d'*Aucuba japonica* et retrouvée plus tard dans toutes les espèces de Plantains (Bourdier) ; la *sambuni-*

grine (Bourquelot et Danjou), glucoside cyanhydrique retiré des feuilles de sureau noir en 1905 ; la *prulaurasine* (Hérissey), glucoside cyanhydrique isomère du précédent, retiré peu après des feuilles de Laurier cerise et retrouvé ensuite dans les feuilles de *Cotoneaster microphylla,* Wall. ; la *jasmiflorine* (Vintilesco), découverte en 1906 dans une espèce de jasmin; la *taxicatine* (Lefebvre), extraite la même année des feuilles de l'If; la *bakankosine* (Bourquelot et Hérissey), retirée en 1907 des graines d'un *Strychnos* de Madagascar, le *Strychnos Vacacoua,* Baillon; la *verbénaline* (Bourdier), découverte en 1908, dans la Verveine officinale ; l'*oleuropéine* (Bourquelot et Vintilesco), retirée la même année des olives vertes; l'*érytaurine* (Hérissey et Bourdier), extraite en 1908 de la Petite Centaurée ; l'*arbutine vraie* (Bourquelot et Fichtenholz) retirée en 1910 des feuilles de Poirier ; la *méliatine* (Bridel) 1911, du *Menyanthes trifoliata,* L.; l'*hépatrilobine* (Delattre), obtenue en 1912 avec *Hepatica triloba,* Chaix; la *loroglossine* (Bourquelot et Bridel), extraite en 1919 du *Loroglossum hircinum,* Rich; la *sciabosine* (Bourquelot et Bridel), retirée en 1920 du *Scabiosa succisa,* L., auxquels on peut ajouter un polysaccharide, le *verbascose,* dont la même méthode a révélé indirectement l'existence dans la racine de Molène (1910). Signalons encore la *prunasine,* retirée par Hérissey du *Prunus padus,* qui, à la vérité, était connue, puisqu'elle est identique à l'amygdonitrile glucoside de Em. Fischer, mais n'avait pas encore été rencontrée dans la nature.

L'utilisation de cette heureuse propriété des ferments solubles, leur spécificité, que les deux importantes applications précédentes mettent bien en lumière, nous fait entrevoir en outre la possibilité de disséquer les grosses molécules des polyoses, avec plus de précision que nous ne pouvions le faire jusqu'ici par l'action brutale de nos réactifs chimiques. Elle nous permet de pénétrer avec plus de sûreté dans leur constitution en nous donnant le moyen de détacher pièce par pièce les parties qui les composent, et en nous éclairant sur les rapports de ces parties entre elles et avec l'ensemble qu'elles constituent.

Un exemple tiré des belles recherches de Bourquelot sur le gentianose fera ressortir ces avantages.

Le gentianose est un triose formé par l'union de deux molécules de glucose et une molécule de lévulose. Par les acides, il est dédoublé en ses trois générateurs, ce qui ne nous renseigne en rien sur leur ordre d'association.

Deux ferments, l'invertine et la gentiobiase qui, l'un et l'autre, hydrolysent partiellement le gentianose vont nous permettre au contraire de pénétrer plus avant dans sa constitution.

L'invertine détache le lévulose et laisse un biose, qui est le gentiobiose; ceci nous indique déjà que le lévulose est à une des extrémités de la chaîne des 3 hexoses.

La gentiobiase, qui dédouble le gentiobiose, agit sur le gentianose en détachant un glucose et laissant un biose qui n'est autre que le saccharose. Et nous voilà ainsi parfaitement éclairés sur l'ordre de combinaison des trois sucres qui entrent dans la molécule du gentianose.

Mais un autre problème d'une plus haute portée philosophique, à la solution duquel les précédentes recherches l'avaient merveilleusement préparé, devait bientôt occuper l'activité de Bourquelot; je veux parler de la Synthèse biochimique des glucosides et de la Réversibilité des actions fermentaires.

Synthèse biochimique des glucosides. — Ce n'est guère que tout à fait à la fin du XIXe siècle que les biologistes ont paru se préoccuper de la possibilité de l'action réversible des ferments solubles hydratants, qui, comme leur nom l'indique, n'avaient jusqu'ici été envisagés que comme susceptibles de produire des hydrolyses.

C'est Croft Hill (1898-1903) qui, dans la série des sucres, paraît avoir obtenu les premiers résultats de quelque valeur. Il avait tenté la synthèse du maltose par l'action de la maltase sur le glucose. Il constata en effet un changement de la rotation du mélange dans le sens attendu, mais il ne put isoler le maltose et apporter ainsi la preuve de la réversibilité qu'il voulait démontrer.

Des résultats plus probants furent obtenus avec les lipases (ferments saponifiants des graisses) d'abord par Kastle et Lœwenhart (1900), puis par Hanriot (1901) et surtout par Pottevin (1904). Les expériences de ce dernier savant sont très nettes ; elles montrent que le tissu pancréatique du porc est capable d'effectuer l'éthérification des acides gras (acides oléique, stéarique, butyrique, etc.) par divers alcools, la glycérine en particulier ; le même tissu pancréatique étant susceptible, dans d'autres conditions de concentration, de produire la saponification des éthers dont il avait réalisé la synthèse.

Chose curieuse, ces expériences, cependant très frappantes, restèrent sans écho, et ne semblèrent pas modifier l'opinion de la majorité des chimistes et des biologistes relative aux pro-

priétés des diastases hydratantes, qu'ils continuèrent à considérer comme uniquement susceptibles de produire des hydrolyses. Si bien qu'au moment où Bourquelot publia ses premiers résultats sur la synthèse des glucosides d'alcools par l'émulsine, un savant chimiste et pharmacien, très versé dans la connaissance des hydrates de carbone, Ch. Tanret, fut tout d'abord sceptique : il le lui avoua dans la suite.

Ce n'est d'ailleurs pas dans le but déterminé d'arriver à la synthèse biochimique des glucosides que Bourquelot effectua les premiers essais qui l'ont amené à ce résultat. Il y fut conduit, sans idée préconçue, par son grand sens critique et la rigueur de son expérimentation.

A la base d'une grande découverte, il n'y a très souvent qu'un petit fait, inattendu, mais bien observé. Dans l'espèce ce fut le fait suivant :

Jusqu'alors on admettait que de faibles quantités d'alcool éthylique suffisent pour annihiler l'action des enzymes. Quelques observations de deux de ses élèves (Lesueur et Bridel) relatives à des altérations (hydrolyse de sucre de canne ou de glucosides) dans des teintures acooliques faites à froid, conduisirent Bourquelot à reconnaître qu'il n'en était pas ainsi.

Il fut constaté que, contrairement à l'opinion admise, l'émulsine produit l'hydrolyse des glucosides (salicine, arbutine, gentiopicrine, etc.) non seulement dans les alcools dilués, mais aussi dans des alcools concentrés, bien que l'émulsine n'y soit pas soluble. Et cette nouvelle propriété de l'émulsine ainsi apparue, d'agir par simple contact, permit de tenter des essais d'hydrolyse dans plusieurs autres dissolvants neutres, tels que l'acétone et l'éther acétique, et de reconnaître que son activité s'exerçait même dans ces milieux. Par là, le champ des expériences relatives à ce ferment se trouvait singulièrement élargi.

C'est ici le moment de rappeler que le produit retiré des amandes, qui porte le nom d'émulsine, n'est pas un ferment unique mais un mélange de plusieurs ferments : un ferment hydrolysant les glucosides dérivés du glucose β (glucosidase β), un autre agissant sur le lactose (lactase), un troisième hydrolysant les galactosides β (galactosidase β), un quatrième hydrolysant le gentiobiose (gentiobiase), etc... L'émulsine est donc en réalité une véritable macédoine de ferments; remarquons d'ailleurs que ses aptitudes réactionnelles multiples n'en simplifient pas l'utilisation.

C'est en étudiant l'action de la glucosidase β de l'émulsine sur la salicine, dans l'alcool éthylique à 85°, que Bourquelot fut amené, avec Bridel, à découvrir son action synthétisante. Dans ces expériences, à s'en rapporter uniquement aux changements optiques, l'action de l'émulsine semblait arrêtée lorsqu'il restait encore 54,7 % de salicine non attaquée, et cependant le ferment avait conservé toute son activité.

En recherchant les raisons de cette anomalie, Bourquelot et Bridel reconnurent que, en fait, la salicine avait bien été complètement hydrolysée, et que les différences entre les pouvoirs rotatoires observés et calculés, tenaient à la formation d'un nouveau composé, résultant de la combinaison du glucose, libéré dans l'hydrolyse de la salicine, avec l'alcool éthylique : c'était l'éthylglucoside β. Ainsi se trouvait réalisée, d'une façon inattendue, la première synthèse certaine d'un glucoside par voie biochimique.

Dès lors, la lumière avait jailli, la voie était ouverte, et c'est en se jouant que Bourquelot et ses élèves multiplièrent les synthèses par les ferments solubles. Non pas que toutes les difficultés fussent levées par cette première synthèse, mais elles ne devaient pas résister à leur habileté opératoire et à leur parfaite connaissance du maniement des nouveaux réactifs.

Après avoir préparé des glucosides β avec les alcools les plus variés : primaires, secondaires, avec les monoalcools et les polyalcools, Bourquelot s'attaqua à la synthèse des glucosides α engendrés par un ferment spécial la glucosidase α, présent dans la levure basse, séchée à l'air. Le succès fut tout aussi complet.

Il fut ainsi possible d'obtenir aisément, à l'état pur, ces glucosides α que les moyens chimiques habituels fournissent toujours mélangés avec les glucosides β, et dont la séparation, lorsqu'elle est possible, reste extrêmement laborieuse.

Après la synthèse des glucosides α et β, Bourquelot réalisa celle des galactosides α et β. L'émulsine contient en effet, comme nous l'avons vu, un ferment dédoublant les galactosides β, c'est la galactosidase β; et d'autre part, dans la levure de bière basse séchée à l'air se rencontre, à côté de la glucosidase α, un ferment capable d'hydrolyser les galactosides α, la galactosidase α. En faisant agir ces ferments sur des mélanges de galactose et d'alcools variés, dans les conditions analogues à celles utilisées pour la synthèse des glucosides, Bourquelot obtint de même des galactosides α et des galactosides β.

Et ce n'est pas tout.

Elargissant ces premiers résultats, il put réa

liser des synthèses de polysaccharides, en combinant entre elles plusieurs molécules d'un même hexose. C'est ainsi que l'action de l'émulsine sur le glucose lui donna deux hexobioses : le *gentiobiose* (identique à celui obtenu du gentianose) et le *cellobiose*.

L'action de la même émulsine sur une solution concentrée de galactose lui fournit également deux *galactobioses,* correspondant vraisemblablement au gentiobiose et au cellōbiose.

Enfin la graine de luzerne germée, qui contient des ferments produisant le dédoublement des mannanes en mannose, peut également combiner le mannose à lui-même, pour donner un *mannobiose,* qui toutefois n'a pu jusqu'ici être isolé à l'état cristallisé.

Cet ensemble de résultats nous permet d'affirmer, que le champ des synthèses biochimiques dont Bourquelot a eu le mérite de tracer un des premiers sillons, est pour ainsi dire illimité.

Rēversibilité des actions fermentaires. — Ainsi donc le pouvoir synthétique des ferments était surabondamment démontré: et il semblait que rien ne dût s'opposer désormais à admettre, comme réelle, la réversibilité des actions fermentaires. Une objection cependant pouvait être faite : à savoir que la synthèse et l'hydrolyse fussent produites par deux ferments différents, en quelque sorte antipōdes l'un de l'autre, existant dans le mélange de ferments appelés émulsine, dont nous ne connaissons peut-être pas encore toute la complexité.

Pourtant, à la réflexion, cette objection semble tomber d'elle-même. Considérons, en effet, que, à proprement parler, le ferment ne produit pas l'hydrolyse pas plus que la synthèse. Ce qui produit la réaction (synthèse ou hydrolyse), ce sont les aptitudes propres des deux corps, glucose et alcool (dans le cas de l'éthylglucoside), qui réagissent l'un sur l'autre conformément à la loi d'action de masse, en tendant vers un équilibre régi par cette loi. Il en résulte que l'hydrolyse et la synthèse ne sont pas deux phénomènes distincts, mais deux aspects d'un même phénomène.

Quant au ferment, il n'intervient qu'en servant de liaison entre l'alcool et le glucose, pour régler la vitesse de la réaction, mais sans influencer l'équilibre final. Il joue en somme le rôle que joue, dans un duel, le témoin qui, après avoir mis les adversaires en présence, réglé les conditions du combat et prononcé le traditionnel « Allez, Messieurs », assiste, en spectateur désintéressé, au drame qu'il a réglementé et dont l'issue ne dépend pas de lui.

L'hypōthèse d'un seul et unique ferment, déchaînant un unique phénomène, dont les deux aspects opposés s'appellent synthèse et hydrolyse, paraissait donc très vraisemblable.

Mais Bourquelot était avant tout homme de laboratoire : il n'acceptait comme vraie l'hypothèse la plus vraisemblable, qu'après le contrôle de l'expérience. Dans le cas dont il s'agit, il a réalisé ce contrôle avec un luxe d'expériences aussi ingénieuses que démonstratives, cāpables de défier la plus sévère critique.

Messieurs,

Cet exposé, déjà long, bien que très incomplet, vous aura cependant donné une idée de l'œuvre scientifique remarquable accomplie par Bourquelot pendant plus de quarante années d'un travail ininterrompu.

Cette œuvre, répartie dans plus de trois cents notes ou mémoires, se déroule majestueuse et d'une belle unité, depuis l'étude des ferments digestifs jusqu'à la réversibilité des actions diastasiques.

En dehors des faits nouveaux si nombreux qu'elle nous révèle, et que je ne vous ai signalés que partiellement, elle met entre les mains des biologistes des instruments de travail dont la fécondité nous apparaît déjà presque illimitée. Elle apporte en même temps aux physiologistes des vues nouvelles, et singulièrement satisfaisantes pour l'esprit, sur les équilibres qui règlent le mécanisme des phénomènes qui sont à la base même de la vie.

Etablie sur le fondement solide d'une expérimentation rigoureuse, véritable modèle de précision, elle a exigé une habileté et une patience dont seuls, peuvent se faire une idée ceux à qui il a été donné d'en suivre pas à pas le développement logique et harmonieux. Ceux-là peuvent affirmer qu'elle est à l'épreuve du temps, qui, en la dégageant des travaux de moindre importance, lui donnera au contraire, le relief qui assure l'immortalité.

Rappelons-nous maintenant, Messieurs, que ce grand savant était un pharmacien, qu'il était des nôtres, que nous sommes, dans une certaine mesure, les héritiers de sa gloire, que nous profitons de l'éclat que sa vie et ses travaux ont jeté sur notre profession. Un pareil héritage nous impose le devoir d'honorer sa mémoire ; et quelle meilleure manière de le faire que de suivre son exemple, dans la mesure accessible à chacun de nous ! Nous le pouvons, si nous avons la volonté de faire nôtre le bel idéal qui l'a gui-

dé toute sa vie et que je vous ai résumé par les deux mots : travail et devoir.

En agissant ainsi, nous rendrons, au Maître éminent que nous regrettons, l'hommage le plus beau et celui qui, s'il le pouvait connaître, lui serait certainement le plus agréable.

J. BOUGAULT,
Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris.

SUR L'AUTOXYDATION : LES ANTIOXYGÈNES

Au cours de nos récentes recherches sur l'acroléine, un examen attentif des conditions de l'altération de cette matière éminemment instable nous a conduits, de proche en proche, à envisager des problèmes d'ordre très général, et, en particulier, celui de l'autoxydation (oxydation spontanée, par l'oxygène libre, dans les conditions ordinaires de température et de pression), dont on connaît toute l'importance en Chimie et en Biologie. Une découverte bien inattendue résulte de nos investigations : l'autoxydation d'un grand nombre de substances peut être entravée par la présence de traces de certains corps. Nous appelons ces corps des *antioxygènes* (1). Les faits rapportés ci-dessous établiront que la propriété antioxygène appartient, d'une manière générale, à la fonction phénol.

1. *Expérience fondamentale.* — Soit un tube barométrique terminé, à sa partie supérieure deux fois recourbée, par un petit réservoir contenant, par exemple, de l'aldéhyde benzoïque, corps qui, ainsi qu'on le sait, s'oxyde rapidement à l'air. Introduisons dans ce tube de l'oxygène pur jusqu'à ce que le mercure soit au même niveau à l'intérieur et à l'extérieur. On ne tarde pas à voir le mercure s'élever progressivement; en quelques heures la colonne a atteint une hauteur correspondant à une pression intérieure de 5 cm à 6 cm ; l'ascension est de plus en plus lente, et, après 24 heures, la pression est encore de 2 cm à 3 cm. Ce phénomène est dû à la transformation, par fixation d'oxygène, de l'aldéhyde benzoïque en peroxyde, puis en acide benzoïque.

Répétons la même expérience avec de l'aldéhyde benzoïque additionné d'une très faible proportion d'hydroquinone (de l'ordre de $\frac{1}{1.000}$) Cette fois on ne voit plus monter le mercure; l'absorption de l'oxygène ne se fait plus. Des traces d'hydroquinone empêchent donc l'aldéhyde benzoïque de fixer l'oxygène. Tel est le fait fondamental nouveau qui est à la base de nos recherches.

Nous remarquerons, accessoirement, qu'une autre conclusion intéressante peut être tirée de la même expérience : l'aldéhyde benzoïque en vapeur ne subit pas l'autoxydation.

Ajoutons que, si l'on prolonge l'observation, un phénomène particulier se produit (nous y reviendrons plus loin), qui nous prive du moyen de reconnaître par cette simple expérience si la fixation d'oxygène est complètement supprimée ou si elle n'est que considérablement ralentie.

2. Nous avons constaté des résultats analogues en opérant avec différentes autres substances autoxydables et une série d'autres phénols, les corps des deux catégories étant conjugués deux à deux, à savoir : acétaldéhyde, chloral, aldéhyde propylique, acroléine, aldéhyde anisique, aldéhyde cinnamique, aldéhyde hydrocinnamique, furfurol, styrolène, essence de térébentine, huile de lin, huile de noix, beurre, d'une part; phénol ordinaire, thymol, gaïacol, eugénol, naphtol α, naphtol β, pyro-catéchine, résorcine, pyrogallol, acide gallique, tannin, aldéhyde salicylique (aldéhyde à fonction phénol), vanilline (aldéhyde à fonction phénol), orthoaminophénol, d'autre part.

Les effets observés peuvent varier dans des limites assez étendues, suivant la nature et les proportions respectives des deux substances antagonistes, surtout en ce qui concerne le produit phénolique. L'hydroquinone (paradiphénol), la pyrocatéchine (orthodiphénol) et le pyrogallol (triphénol 1.2.3) se montrent tout particulièrement actifs; le phénol ordinaire et la résorcine le sont

(1) Il convient de rappeler, à la vérité, que l'on savait depuis longtemps, dans le même ordre de faits, que de petites quantités de certains gaz ou vapeurs (hydrogène sulfuré, éthylène, alcool, éther, pétrole, essence de térébenthine, etc.) empêchent la phosphorescence du phosphore.

D'autres observations du même genre ont été faites plus récemment. Nous mentionnerons, en particulier, le cas du sulfite de soude, qui a fait l'objet d'études intéressantes de la part de M. A. Lumière et Seyewetz et aussi de Bigelow et de Vitoff.

Quelques autres faits isolés rentrent également dans le cadre de l'action antioxygène. Nous les décrirons dans une publication ultérieure en même temps que ceux qui pourront venir d'ici là à notre connaissance.

peu, le gaïacol et les naphtols le sont beaucoup plus (1).

3. Nous dirons d'ailleurs, dès maintenant, par raison d'analogie, qu'il nous paraît vraisemblable qu'il ne s'agit jamais, même quand la vitesse d'absorption de l'oxygène paraît être nulle, que d'un ralentissement et non d'une suppression totale de l'autoxydation.

Il semblerait, *à priori*, qu'il est facile de s'assurer, d'une manière précise, si l'oxydation, lorsqu'elle paraît nulle, l'est réellement, ou si elle est seulement très ralentie : il devrait suffire de prolonger assez longtemps les observations. Malheureusement, un phénomène parasite (celui annoncé ci-dessus) vient fausser les indications. Si nous continuons à observer les tubes barométriques où les substances autoxydables ont été additionnées de phénols, nous noterons toujours, au bout d'un temps variant, suivant les cas, de quelques jours à quelques semaines (voire même à quelques mois et quelques années), une ascension appréciable de la colonne mercurielle, qui prouve indubitablement une certaine absorption d'oxygène. En étudiant le phénomène de plus près, nous constaterons une condensation progressive du corps autoxydable sur les parois de la chambre barométrique et jusque sur la surface du mercure, où il se rassemble peu à peu. Et c'est cette fraction du corps ainsi soustraite à la protection de l'antioxygène qui a manifestement absorbé l'oxygène dont on a constaté la disparition. Comme on le voit, le phénomène limite la durée des observations et nous prive du moyen de savoir si la substance autoxydable additionnée d'antioxygène ne subit pas une oxydation d'allure très ralentie.

4. Il serait peut-être prématuré, dans l'état actuel de nos expériences, de chercher à exprimer les activités relatives par des valeurs numériques. Il est naturel de penser, toutefois, que l'on peut, en première approximation, considérer ces activités comme étant, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse des proportions de corps phénoliques produisant un effet déterminé. Ainsi envisagé, le pouvoir antioxygène peut atteindre parfois un degré très élevé. L'hydroquinone semble empêcher toute autoxydation de l'acroléine à la dose de $\frac{1}{20.000}$, et l'on constate encore une certaine action retardatrice à la dose de $\frac{1}{1.000\,000}$.

5. En outre des essais en tube barométrique, nous en avons exécuté aussi dans les conditions ordinaires de conservation des produits au laboratoire, c'est-à-dire en flacons bouchés sans précautions spéciales. Les résultats ont été trouvés semblables aux précédents, sauf toutefois qu'ici le phénomène parasite dont il a été question pouvait être négligé. C'est ainsi que de l'aldéhyde benzoïque, additionné de $\frac{1}{1.000}$ d'hydroquinone et contenu dans un flacon à moitié rempli, qu'on débouchait de temps en temps, a été reconnu sensiblement inaltéré au bout de deux années, alors qu'un échantillon témoin était pris en masse (acide benzoïque).

6. Quelle peut être la durée de l'action protectrice? Si aucun phénomène spécial ne se produit, si, en particulier, l'antioxygène demeure intact, elle devrait être illimitée. En fait, ayant soigneusement éliminé par distillation l'acroléine de 1 litre de solution d'hydroquinone au millième dans cet aldéhyde, nous avons, après six mois, retrouvé le poids presque intégral de l'antioxygène inaltéré, et deux observations analogues, cette fois portant sur deux ans et sur deux ans et demi, ont été faites également avec l'aldéhyde benzoïque et avec le styrolène. Il est possible qu'à la longue l'antioxygène se transforme, par réaction chimique sur la substance autoxydable, surtout si de nouvelles quantités d'oxygène sont fréquemment amenées au contact du système. En tout cas, la transformation, si elle s'effectue, doit être très lente. Si nous ajoutons, d'autre part, que nous avons des résultats positifs fournis par des observations pratiques qui durent depuis déjà trois années, nous sommes autorisés à conclure que l'on peut, dans beaucoup de cas, considérer la conservation comme étant pratiquement indéfinie.

7. *Les antioxygènes et les phénomènes secondaires de l'autoxydation.* — On sait que, très souvent, les réactions d'autoxydation sont accompagnées de phénomènes secondaires, généralement liés à des condensations moléculaires, qui se manifestent par des colorations, des précipités, des épaississements, du rancissement, etc. En même temps que nos antioxygènes entravent la fixation d'oxygène, nous avons constaté, ainsi qu'on pouvait le prévoir, qu'ils entravent aussi la production de ces divers phénomènes. Ainsi le furfurol, au lieu de se colorer fortement en noir, demeure presque incolore; l'acroléine ne se trou-

(1) Parmi les phénols, nous devons réserver le cas de la phloroglucine (phénol 1.3.5.). Ce corps, en effet, opposé à l'acroléine, non seulement n'a pas empêché l'autoxydation, mais il a paru même la favoriser. Il convient, du reste, de rappeler que la phloroglucine réagit souvent comme une tricétone.

Comme il était à prévoir, l'aldéhyde salicylique et la vanilline, à l'inverse des autres aldéhydes, ne s'autoxydent pas, la fonction phénol protégeant la fonction aldéhyde contre l'action de l'oxygène.

ble plus par la précipitation de disacryle; le styrolène reste fluide et ne donne plus la résine soluble dite *métastyrolène;* l'huile de lin peut être exposée à l'air en couches minces sans perdre de sa fluidité (trois ans d'observation); le beurre conserve ses propriétés organoleptiques, et, d'une manière générale, les corps gras ne rancissent pas, etc.

8. *Mécanisme de l'action antioxygène.* — Nous nous sommes naturellement préoccupés de pénétrer le mécanisme de l'action antioxygène. Diverses hypothèses ont été envisagées, qui sont actuellement soumises au contrôle expérimental. Dès maintenant, étant donné que, d'une part, les antioxygènes agissent à très faible dose, et que, d'autre part, ils paraissent rester sensiblement intacts, il nous semble hors de doute que le phénomène est de nature catalytique. Et cette catalyse peut atteindre un degré d'activité considérable, puisque, comme on l'a vu plus haut, 1 partie d'hydroquinone protège 20.000 parties d'acroléine, soit, en gros, 1 molécule d'antioxygène préservant 40.000 molécules de corps autoxydable.

Quant aux modalités de l'action catalytique, des expériences variées sont en cours, qui nous ont déjà donné d'utiles indications. Ayant été amenés à supposer que des substances autres que les phénols pouvaient avoir également la propriété antioxygène, nous avons reconnu, notamment, que la quinone jouissait de cette propriété.

D'ailleurs, l'étude du mécanisme de l'action antioxygène appelle aussi et surtout des expériences sur la généralité des matières autoxydables, tant minérales qu'organiques. Déjà nous avons envisagé de ce point de vue des corps extrêmement autoxydables, tels les cétènes (nos premiers résultats, effectués sur le diphénylcétène, ont été négatifs ; nous poursuivons les essais), le triphénylméthyle, les phosphines, etc. Déjà également nous sommes en mesure d'annoncer que des composés purement minéraux, comme le sulfite et même l'hydrosulfite de soude, sont sensibles à l'action des antioxygènes.

9. Une réflexion générale trouvera ici sa place. Les phénols, substances facilement autoxydables en liqueur alcaline, entravent, à des doses minimes et en l'absence d'alcalis, l'autoxydation d'autres substances, sans s'autoxyder sensiblement eux-mêmes. Et il est remarquable de voir ainsi des traces de pyrogallol, corps couramment employé comme réactif absorbant de l'oxygène, s'opposer à l'action de ce gaz.

C'est, en vérité, une catalyse bien curieuse que celle qui caractérise l'action antioxygène.

10. *Considérations biologiques.* — Etant donné l'intérêt primordial de l'autoxydation dans les phénomènes vitaux, nous avons de bonne heure envisagé la répercussion que pourraient avoir les faits et observations que nous venons de résumer sur quelques conceptions générales de la Biologie.

On remarquera, tout d'abord, que les êtres vivants contiennent des phénols. Mais, à ce point de vue, ils se séparent en deux catégories bien tranchées : ceux chez qui les phénols sont couramment répandus et ceux chez qui, au contraire, ils sont rares. Le premier groupe est constitué par les végétaux, où l'on rencontre, quelques-uns en abondance, les composés phénoliques les plus variés : mono - et polyphénols et leurs dérivés, parmi lesquels les tannins méritent une mention spéciale, en raison de leur dissémination très générale et de leurs proportions élevées. Les animaux constituent le second groupe : on y trouve, en effet, très peu de phénols, et toujours en minime proportion. Or, les végétaux sont précisément des êtres à vie ralentie, où les phénomènes d'autoxydation n'ont pas la même intensité que chez les animaux, et il est naturel de supposer que les phénols y jouent le rôle d'agents de protection contre une action trop vive de l'oxygène. Et comment, au surplus, ne pas être frappé par le fait que les tannins, composés phénoliques très actifs, abondent de préférence dans les parties du végétal où la vie est le moins intense?

Parmi les expériences que pouvait suggérer la considération du pouvoir antioxygène, la plus séduisante était, sans contredit, celle relative à l'autoxydation de l'hémoglobine, vecteur principal d'oxygène chez les animaux supérieurs. Nous avons effectué à ce propos de nombreux essais, d'abord sur le sang hémolysé, puis sur une liqueur résultant de l'hémolyse de globules rouges préalablement lavés avec une solution isotonique, et enfin sur des solutions d'hémoglobine purifiée par cristallisation. Les résultats ont été négatifs avec les divers phénols que nous avons mis en œuvre : phénol ordinaire, naphtols, pyrocatéchine, gaïacol, résorcine, hydroquinone, pyrogallol, acide gallique. L'hémoglobine, préalablement réduite par l'action du vide à 40°, a paru s'oxyder aussi facilement en présence qu'en l'absence de ces phénols. En répétant les alternatives de réduction et d'oxydation, nous avons constaté, en outre, qu'il y avait destruction mutuelle des phénols et de l'hémoglobine, les phénols semblant s'altérer beaucoup plus rapidement.

Faut-il conclure de ces essais que l'action des

composés phénoliques sur l'autoxydation de l'hémoglobine est nulle? On ne saurait l'affirmer. En effet, la vitesse d'autoxydation de l'hémoglobine est vraiment prodigieuse ; peut-être est-elle comparable à celle de la neutralisation d'un acide fort par une base forte ; et il est dès lors possible que l'action antagoniste des phénols soit trop lente pour pouvoir être perçue dans les conditions actuelles de nos expériences.

Quoi qu'il en soit, il est vraisemblable que les phénols doivent agir énergiquement sur quelque stade des processus d'oxydation chez les animaux supérieurs. L'on peut en avoir une preuve dans leur toxicité, les phénols les plus actifs comme antioxygènes se trouvant être en même temps les plus toxiques, et les symptômes de l'intoxication rappelant généralement ceux de l'asphyxie.

N'est-ce pas également à l'action antioxygène que doit être rapporté le pouvoir antiseptique des phénols, qui agiraient peut-être sur les microbes en entravant les processus d'oxydation?

Si l'on songe, d'autre part, aux doses extraordinairement faibles auxquelles peuvent agir parfois les antioxygènes (voir ci-dessus), on ne peut s'empêcher de rapprocher ces actions de celles des toxines et des venins, dont il en est qui causent la mort par asphyxie, ce qui laisse supposer qu'ils agissent peut-être comme antioxygènes. Une telle manière de voir trouverait quelque appui dans le fait que la quinone, dont nous avons reconnu les propriétés antioxygènes, a été rencontrée dans certains venins.

Enfin, nous ne saurions omettre de souligner les conséquences qui peuvent résulter de la notion nouvelle d'antioxygène pour la Pharmacologie. Il est remarquable, en particulier, que les phénols sont des antithermiques, et sans doute le sont-ils parce qu'ils atténuent l'intensité des oxydations dans l'économie. N'y aurait-il pas là la clé de l'action physiologique des antithermiques en général? Il se trouve, en effet que les antithermiques utilisés en thérapeutique sont des substances aromatiques, et l'on a constaté que les corps de cette série s'oxydaient dans l'organisme en donnant des composés phénoliques.

On voit ainsi que la connaissance de la propriété antioxygène des phénols sera peut-être de nature à modifier l'interprétation de certains effets thérapeutiques observés lors de l'administration des phénols. Dans cet ordre d'idées, l'on ne peut qu'être frappé des résultats favorables souvent obtenus par l'emploi de produits phénoliques (créosote, gaïacol et dérivés, etc.) dans le traitement d'une maladie qui touche précisément de très près aux processus d'oxydation de l'organisme, à savoir la forme pulmonaire de la tuberculose. Il appartiendra aux techniciens de rechercher si ces substances, en dehors de leur action antiseptique sur le bacille, n'agiraient pas en tempérant l'hyperactivité respiratoire.

Charles MOUREU,
de l'Académie des Sciences
et de l'Académie de Médecine,
Professeur au Collège de France.

Charles DUFRAISSE,
Docteur ès-sciences physiques,
Sous-Directeur du Laboratoire
de recherches de chimie organique
au Collège de France.

REVUE INDUSTRIELLE

LES RÉCENTS PROGRÈS DANS LE TRANSPORT DE L'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

Le transport, à des distances de plus en plus grandes, de quantités d'énergie électrique toujours plus importantes, a depuis longtemps posé le problème de l'emploi des hautes tensions. En effet, il y a intérêt pour économiser le métal, pour diminuer l'action du vent, etc.., à employer des conducteurs présentant la plus petite section possible. Mais les nécessités de la distribution et en particulier l'obligation de maintenir aux bornes des clients une différence de potentiel sensiblement constante s'opposent à ce que la chute de tension en ligne atteigne une trop grande valeur. L'intensité du courant débité a donc, pour une ligne donnée, une limite supérieure. Pour augmenter par suite la puissance transportée, il faut augmenter la tension de transport.

Or, si, théoriquement, le transformateur permet d'élever cette dernière de façon pour ainsi dire indéfinie, on doit reconnaître qu'à une époque donnée les possibilités techniques limitent nettement la différence de potentiel entre fils : il faut en effet assurer une isolation absolue des générateurs, des transformateurs, de l'appareillage de manœuvre et des lignes de transport. Aussi la course aux hautes tensions a-t-elle été jusqu'à maintenant un problème d'isolants : il s'agissait de trouver les matériaux et les formes de matériel offrant une résistance mécanique suffisante, ayant une résistivité pour ainsi dire infinie (des centaines de mégamégohms-cm) et capables de ne pas être percés sous l'action des tensions de service et des surtensions dues aux manœuvres sur le réseau ou d'origine atmosphérique.

Isolateurs. — Au début, la tension maximum fut surtout limitée par la résistance à la décharge électrique des isolateurs reliant la ligne de transport aux

supports sur pylônes. Ces isolateurs étaient généralement constitués par une ou plusieurs cloches de porcelaine soudées par un ciment. Ceux pour tensions de 50 000 à 70 000 volts (1) comportent trois cloches ; leur hauteur est voisine de 50 cm et leur poids dépasse parfois 20 kilogrammes. Ces isolateurs dans certains cas présentèrent un phénomène connu sous le nom de *vieillissement*. Alors qu'au début de la mise en service, le fonctionnement de la ligne était excellent, au bout d'un ou deux ans de nombreuses ruptures se produisaient et semblaient souvent attribuables à une cause d'origine électrique. Longtemps resté mystérieux, le vieillissement apparaît, d'après les études et statistiques récentes, comme dû surtout à l'action des intempéries sur des porcelaines insuffisamment homogènes ou trop serrées contre leurs armatures de support : par exemple un refroidissement subit dû à l'action d'une pluie d'orage tombant sur des isolateurs exposés longtemps au soleil peut amorcer des cassures à l'intérieur de la masse de porcelaine et frayer ainsi le passage aux décharges disruptives des surtensions ultérieures. Les remèdes sont évidents :

1) On peut d'abord employer des matériaux à faible coefficient de dilatation. Or il existe un produit naturel qui joint à la propriété précédente celles d'avoir une résistivité supérieure à celle des meilleurs verres, de posséder une résistance mécanique excellente et une grande rigidité diélectrique. C'est le basalte qui se trouve dans le sol en quantités presque illimitées. Une Société vient de se fonder pour utiliser cette roche fondue à la fabrication du matériel isolant : cloches d'isolateurs, tubes de traversée, etc.

2) On peut aussi utiliser des porcelaines aussi homogènes que possible. La qualité de la fabrication jouera un rôle considérable : c'est son amélioration continue qui a permis de porter jusqu'à 80 000 volts la limite d'emploi pratique des isolateurs à cloche, et de réduire à 2 ou 3 pour cent le nombre des ruptures de toute origine.

Mais il est nécessaire de maintenir une distance *dans l'air* suffisante entre une ligne à un potentiel élevé et les supports (supposés au sol) des isolateurs. Cela aurait fini par imposer aux isolateurs du type cloche des dimensions linéaires inacceptables au point de vue fabrication ou résistance mécanique. C'est ainsi que sont apparus les isolateurs à *chaînes* (Hewlett, Jeffry-Dewitt, etc.) dans lesquels la ligne est *suspendue* au support par une série de cloches de porcelaines de faibles dimensions reliées entre elles par des pièces *métalliques*. Le support et la ligne forment ainsi les armatures extrêmes d'un groupe de condensateurs montés en série dont le diélectrique serait les isolateurs et dont les armatures intermédiaires seraient constituées par les organes de liaison.

La répartition de la tension entre les divers isolateurs de la chaîne est particulièrement importante à étudier. Si en effet cette répartition est inégale, comme il est avantageux d'avoir des maillons interchangeables, il faudra que chacun d'eux soit étudié pour la tension maximum à supporter. Or cette inégalité de répartition a été établie dans les expériences de Dachary et de la Gorce [*Bull. Soc. Franc. El.*, 10 (1920)], Peck [*R. G. E.*, 9 (1921)], Livenchy [*R. G. E.*, 10 (1921)] ; l'isolateur le plus voisin du support est soumis à la plus faible différence de potentiel, alors que ceux qui sont voisins de la ligne éprouvent la tension la plus grande.

En fait, 8 à 10 isolateurs en chaîne assurent de façon excellente l'isolation des lignes à 150 000 volts en service en Amérique.

Lignes de transmission. — C'est en effet à ce chiffre de 150 000 volts que s'élèvent les plus hautes tensions des lignes en fonctionnement. Or, il n'y a pas dix ans que les électriciens ont osé utiliser les 100 000 volts. C'est qu'en effet la section usuelle des lignes en cuivre, seules utilisées alors, donnait lieu pour les tensions supérieures à 80 000 volts à *l'effet de couronne*. On sait en quoi consiste ce phénomène : le champ électrique à la distance r de l'axe d'un conducteur cylindrique au potentiel V par rapport au sol est en première approximation proportionnel à $\frac{V}{r}$; au voisinage du conducteur, il atteindra donc des valeurs considérables si V est assez grand et r assez petit ; et il pourra alors provoquer l'ionisation de l'air de façon telle que celui-ci devienne luminescent, entourant la nuit le conducteur d'une gaîne, d'une *couronne* lumineuse ; dans certaines circonstances on a pu même obtenir l'amorçage d'un arc entre les fils. Puisque la tendance actuelle est dans l'emploi de tensions très grandes, on assistera, afin de diminuer les pertes par ionisation, à une augmentation corrélative du diamètre des conducteurs. Si ces conducteurs sont en cuivre, non seulement la ligne coûtera plus cher, mais les isolateurs se trouveront surchargés, à moins de réduire les portées des fils, ce qui revient à augmenter à nouveau le prix de revient de la ligne en accroissant le nombre des pylônes. Aussi l'aluminium qui, à égalité de résistance électrique, offre une section double de celle du cuivre et un poids moitié moindre, semble-t-il appelé à jouer un rôle considérable dans l'établissement des lignes à très haute tension. Sa faible résistance mécanique peut être corrigée par l'emploi des câbles d'aluminium à âme d'acier : c'est en effet ce dernier genre de conducteurs que prévoient les projets de transport de force à 220 000 volts effectués récemment pour le compte de la Southern Montana Edison C°.

Postes de transformation. — La dernière Conférence des Réseaux à haute tension, tenue à Paris au mois de novembre, n'a pas trouvé utile de dépasser, sauf des cas très spéciaux, la tension de 10 000 volts pour les alternateurs. C'est aux transformateurs qu'il appartient d'élever le voltage aux valeurs exigées pour le transport économique. Les transformateurs jusqu'à 100 000 volts possédaient des bobines carrées ou rectangulaires ; parfois, pour réduire la chute de tension, les enroulements primaires et secondaires étaient plus ou moins mêlés. Les récents transformateurs à 220 000 volts reviennent aux types primitifs : bobines circulaires, enroulement primaire nettement séparé des bobines secondaires (*Gén. El. Rev.*, 1921).

Une caractéristique des nouveaux postes à haute tension est la disposition des appareils en plein air (*Outdoor stations*). Les exploitants des réseaux à 120 000 v. préfèrent ce genre de poste au type classique dans lequel les appareils sont enfermés dans un bâtiment,

(1) Il s'agit là des tensions *efficaces* entre deux fils de la ligne les tensions maximum seraient les précédentes multipliées par $\sqrt{2}$ et les tensions entre les fils et le point neutre (généralement relié au sol) seraient, dans le cas des courants triphasés, celles du texte divisées par $\sqrt{3}$.

et qui a d'ailleurs la faveur des exploitants des réseaux au-dessous de 80 000 volts. Des installations de ce genre ont été réalisées en France dans la vallée de la Neste, (Louron et Loudenvielle), et à Luchon. Il va sans dire que transformateurs et appareils de manœuvre doivent être renfermés dans des cuves absolument étanches à l'humidité. Il n'y a d'ailleurs pas là une impossibilité technique sérieuse, les constructeurs de ces postes affirmant leur marche parfaite sous la neige. Il sera intéressant de suivre le fonctionnement de ce genre de stations, en raison de la réduction considérable de frais de bâtiments que leur emploi permet de réaliser.

Installations d'essais. — On conçoit que l'emploi de ces hautes tensions n'aille pas sans soumettre le matériel à des fatigues considérables. Si l'on songe que la rupture d'un seul isolateur de support ou de traversée entraîne souvent l'arrêt d'une ligne et parfois la mise hors de service d'un matériel considérable, on aperçoit de suite l'intérêt qu'il y a à imposer aux appareils des conditions de réception particulièrement dures. La construction de stations d'essais permettant d'obtenir des tensions voisines de 200 000 volts était à l'étude avant la guerre. Cette dernière interrompit les travaux dans les pays belligérants. Mais les Américains continuèrent et parvinrent à réaliser des différences de potentiel surprenantes : dans une seule transformation, une usine obtint 100 kilowatts à 750 000 volts ; plus modeste, la General Electric Company se contentait de fabriquer deux transformateurs de 500 000 volts ; mais leur mise en série, avec point commun au sol, lui permit d'avoir entre les deux pôles extrêmes plus d'un million de volts (exactement 1 100 000). Ainsi [*R. G. E.*, X (1921), 735] fut-il possible à ses ingénieurs de pousser jusque là l'étude des phénomènes électriques : ils obtinrent l'amorçage d'arcs entre deux pointes distantes de 2^m70 ; vérifièrent que si 18 isolateurs à chaîne ne parvenaient pas à assurer l'isolation d'une ligne à 900 000 volts, en revanche 22 suffisaient à isoler une ligne de 1 100 000 volts. L'effet de couronne fut particulièrement étudié, et les formules théoriques se trouvèrent représenter les phénomènes avec une exactitude remarquable. A 900 000 volts, la gaîne lumineuse apparaît sur un conducteur de 8,5 cm. de diamètre ; et entre conducteurs de 10 cm. de diamètre, il n'y a pas de lueur pour la tension maximum réalisée. Si les derniers chiffres montrent qu'il ne saurait pour l'instant être question que d'essais de laboratoire, on ne sait néanmoins ce qu'il faut admirer le plus, l'habileté technique de ceux qui ont réalisé les appareils d'étude ou la splendide grandeur des moyens matériels mis à la disposition des expérimentateurs.

C'est là, en effet, que réside la supériorité américaine. Il convient de dire que si les pays d'Europe ont laissé prendre aux Etats-Unis une telle avance, à l'heure actuelle, tous travaillent à les rattraper. Pour ne citer que la France, on trouvera dans la *Houille Blanche* [20 (1921)] la description du laboratoire d'essais à 200 000 volts établi à Grenoble pour les établissements Merlin et Gérin. Les Ateliers de Construction Electrique de Lyon et du Dauphiné viennent de réaliser dans leurs usines un transformateur produisant 70 kva. à 350 000 volts, et ils étudient la construction de transformateurs à 500 000 volts, pouvant être mis en série, de façon à atteindre eux aussi le million de volts. Nul doute que le retard imposé par les circonstances, nos constructeurs sauront rapidement le combler, en attendant mieux.

A. Foch,
Chargé de Cours de Physique Industrielle
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

L'intervalle spectral entre les rayons X et la lumière. — Les travaux de Laue et des Bragg ont établi que les rayons X s'identifient avec des rayons lumineux de très courte longueur d'onde. Toutefois, alors que les rayons X ont été étudiés jusqu'à une longueur d'onde maxima de l'ordre de 12.10^{-8} cm., les rayons ultraviolets extrêmes, que Millikan a pu, en dernier lieu, mettre en évidence, ne descendent guère au-dessous de 200.10^{-8} cm. Il restait, entre ces deux limites, un intervalle à explorer. C'est le but que s'est proposé M. Holweck, en considérant les rayons X de grande longueur d'onde (1).

L'auteur obtient des rayons X très mous au moyen d'un tube genre Coolidge, dont les électrodes ne sont distantes que de 0 cm.05 et qui fonctionne à basse tension. Les rayons, après avoir traversé une pellicule de celluloïd d'environ 1.10^- cm. d'épaisseur, sortent du tube et pénètrent dans une chambre d'ionisation.

Il n'aurait pu être question d'isoler un faisceau monochromatique par les procédés habituels de diffraction, les réseaux cristallins possédant dans le cas présent une maille trop fine par rapport à la longueur d'onde. M. Holweck s'adresse à la méthode des « rayons restants ».

Les rayons X, engendrés par le choc d'électrons sur une anticathode, admettent un spectre dont la longueur d'onde minima λ_0 est fournie par l'équation photoélectrique d'Einstein.

$$h\nu = eV$$

e étant la charge élémentaire, V la différence de potentiel sous laquelle sont lancés les électrons, $\nu = \frac{c}{\lambda_0}$ la fréquence maxima du spectre, $h = 6{,}55.10^{-27}$ la constante de Planck et c la vitesse de la lumière.

L'énergie, répartie dans les diverses régions du spectre, passe par un maximum pour une longueur d'onde voisine de λ_0. Dans la pratique, en filtrant suffisamment le rayonnement, on opère une sélection satisfaisante. Les radiations parasites, qui sont les moins pénétrantes, sont éliminées. Le « faisceau restant » est sensiblement homogène et sa longueur d'onde dépasse très peu λ_0.

(1) *Thèse de Doctorat*, 1922.

M. Holweck est parvenu à déceler des rayons X avec une différence de potentiel réduite à 25 volts, ce qui revient, d'après l'équation d'Einstein, à une longueur d'onde de 493.10 ^{8} cm. Cette valeur est nettement supérieure au résultat minimum de Millikan, elle se place déjà dans l'ultra-violet de Lyman.

Le passage des rayons X à la lumière se trouve donc réalisé.

Les phénomènes d'absorption méritaient d'autant plus de retenir l'attention qu'ils présentent des aspects différents pour les deux rayonnements. L'absorption des rayons X est fonction croissante de la longueur d'onde, à l'inverse de ce qui a lieu pour les rayons lumineux. Le maximum de l'absorption devait se produire dans la région des rayons intermédiaires, ce qui a été vérifié en effet sur le celluloïd pour des rayons de 35 volts, c'est-à-dire d'environ 360.10 ^{8} cm. de longueur d'onde.

D'autre part, tandis que pour les rayons lumineux, l'absorption dépend de la nature de la molécule absorbante, elle revêt pour les rayons X un caractère purement atomique. Les rayons de 100 volts ne permettent pas de distinguer entre un mélange $N^2 + O^2$ et le gaz NO non plus qu'entre les systèmes $C^2N^2 + 2O^2$ et $2CO^2 + N^2$. Pour ce régime, l'absorption demeure atomique, sans intervention des liaisons moléculaires.

La connaissance des rayons X de grande longueur d'onde vient combler une importante lacune, elle aura des conséquences intéressantes à de multiples points de vue. En particulier, nos idées sur la structure atomique pourront, grâce à elle, se préciser. Selon la conception Rutherford-Bohr, nous nous imaginons actuellement l'atome comme un noyau pesant chargé positivement et entouré d'atmosphères successives et distinctes d'électrons. L'étude complète des discontinuités d'absorption, dans toute l'échelle des longueurs d'onde, nous donnera les indications les plus précieuses sur les niveaux d'énergie de l'atome ; cette recherche a été amorcée déjà par M. Holweck, en ce qui concerne l'aluminium.

S. Veil,
Docteur ès-sciences.

Photographie

Hypersensibilisation par teinture. — M. Lüppo-Cramer a découvert la propriété que possèdent certaines matières colorantes d'accroître, dans des proportions parfois énormes, la sensibilité du gélatinobromure d'argent. C'est là une constatation, non seulement nouvelle, mais encore imprévue, car si les procédés orthochromatiques utilisent, depuis longtemps, l'action de diverses matières colorantes, la sensibilité que celles-ci confèrent aux émulsions pour les radiations ordinairement considérées comme peu actinique (vert, jaune, rouge et infra-rouge) n'est obtenue qu'au détriment de la sensibilité initiale aux radiations plus réfrangibles. Il y a plus : quelques colorants diminuent si bien la sensibilité des plaques photographiques qu'il est devenu possible de développer celles-ci en lumière intense, comme nous l'avons précédemment exposé (1).

Les émulsions ordinaires, au gélatinobromure mûri, ne se prêtent guère à l'hypersensibilisation par teinture, et l'auteur précité n'a d'abord obtenu des résultats pratiquement intéressants qu'en traitant par divers colorants les émulsions sans grain et très peu sensibles utilisées dans la chromophotographie interférentielle. Après teinture par l'érythrosine, la rhodamine B, le pinachrome ou le pinacyanol, la sensibilité générale de ces émulsions se trouve accrue de 6 à 16 fois. C'est là, sans doute, un grain précieux dans la technique de la méthode interférentielle; mais, dans la pratique ordinaire de la photographie, cet accroissement de sensibilité est encore très loin de suffire pour utiliser couramment les émulsions sans grain, car celles-ci demeurent encore, après la teinture, environ 4.000 fois moins rapide que les plaques modernes à portraits.

Poursuivant ses recherches dans cette voie qui s'annonce féconde en nouveaux progrès, M. Lüppo-Cramer a traité par le pinaflavol différentes plaques du commerce, et la plupart ont ainsi acquis un surcroît de sensibilité plus ou moins considérable. Les émulsions à grain fin au chlorure d'argent, traitées par la solution colorante à 1/2.000 et soumises au développement physique, deviennent 4.700 fois plus sensibles et donnent des images plus intenses. Sur plaques diapositives et même sur plaques extra-rapides au gélatinobromure, traitées par le développement physique, l'immersion dans une solution à 1/10.000 ou 1/20.000 de pinaflavol accroît encore très notablement (40 à 100 fois) la sensibilité. Des plaques au gélatinochlorure développées au glycin sans alcali deviennent de 16 à 40 fois plus rapides par teinture préalable dans une solution de pinaflavol à 1/10.000. Sur plaques au gélatinobromure rapides, dont l'émulsion présente toujours un voile chimique, on ne peut employer que des solutions de pinaflavol trop diluées pour constater un accroissement de la sensibilité générale par le développement chimique; mais, sur les plaques lentes, telles que les « Process » pour reproductions, on peut, sans risque de voile, hypersensibiliser dans une solution à 1/10.000 et obtenir un accroissement de sensibilité de 6 à 15 fois. La teinture des graines, se limitant à la surface, avantage surtout les régions les moins posées, d'où diminution des contrastes. Il y a donc là un moyen intéressant d'exalter la sensibilité générale sans augmenter la grosseur du grain. Malheureseemnt, les plaques ainsi traitées ne se conservent pas.

Des résultats encore supérieurs aux précédents ont été obtenus par l'emploi du chlorhydrate d'une base voisine de celle du pinaflavol, colorant provisoirement dénommé P_2. Une plaque diapositive à grain moyen, plongée 2 minutes dans une solution à 1/20.000 devient 16 fois plus sensible, par développement chimique au génol-hydroquinone, mais présente un léger voile. Par développement physique, la sensibilité se trouve accrue 40 fois, et l'image est très pure et plus intense que celle d'une plaque-témoin non traitée par le colorant. Les émulsions rapides imprégnées de P_2 se voilent par développement chimique, mais donnent des images très pures par développement physique, avec un accroissement de sensibilité de 6 fois. Les émulsions au chlorure d'argent sont rendues 100 fois plus rapides, après teinture au P_2 et développement chimique au glycin et sulfite sans carbonate, et 600 fois plus rapides avec le développement physique, sans aucune trace de voile (Cf. *Der Photograph*, 2 août et 6 septembre 1921 ; *Revue française de photographie*, 1er octobre et 1er novembre 1921). E. C.

Aéronautique

Le Vol à la Voile. — On sait qu'on a donné le nom de *Vol à la Voile* aux évolutions de certains grands oiseaux, qui parcourent l'espace, montent et descen-

(1) Voir *Revue scientifique*, 23 avril 1921, p. 212.

dent à leur gré sans donner aucun mouvement des ailes.

Dans ce système de vol, l'oiseau plane sur place, ou évolue sans effort apparent et sans dépenser aucune force musculaire.

Depuis longtemps, on a proposé des théories diverses pour expliquer ce vol paradoxal. Plusieurs d'entre elles ont été étudiées dans cette revue même (1).

Dans une étude publiée tout récemment (2), M. Idrac, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, a donné le résultat des expériences qu'il a effectuées à ce sujet depuis plusieurs années.

Ses premières expériences ont porté sur les goëlands, qu'on voit assez fréquemment voler à la voile, soit à l'arrière des navires, soit au voisinage des côtes. En ce qui concerne les grands voiliers, milans et vautours, M. Idrac est allé les étudier en Afrique, dans le Sud-algérien, au Sénégal, en Guinée française et en Côte d'Ivoire. En même temps que le vol des oiseaux était très soigneusement étudié, des appareils très ingénieux permettaient d'observer, à l'altitude même du vol, les variations de pression et de température, les irrégularités de la vitesse et de la direction du vent, ainsi que la composante verticale de la vitesse du vent.

Voici les principales conclusions de l'étude de M. Idrac :

Dans le cas des goëlands qui volent sur les côtes ou qui suivent les navires, le vol à la voile est dû à une composante ascendante du vent très nette.

Sur les côtes la composante ascendante est généralement supérieure à 1 mètre par seconde, et elle est provoquée par la présence de falaises ou de dénivellations des terrains.

A l'arrière des navires en marche, la composante ascendante est encore plus forte, elle atteint en général 2 mètres par seconde. Elle est due à la rencontre de masses d'air séparées par la coque et la superstructure du navire. Ces masses d'air, se rencontrant avec une certaine vitesse relative et ne pouvant s'échapper par le bas, créent une vague d'air ascendante qui suit le bateau, et sur laquelle se placent les oiseaux.

De même au-dessus des plaines africaines, le vent a presque toujours une composante verticale, et si l'on fait un diagramme de la composante verticale du vent dans un plan horizontal à une certaine hauteur au-dessus du sol, on constate l'existence de plages positives (composante ascendante) et de plages négatives (composante descendante) les unes restant fixes, quand elles sont dues à des obstacles naturels, ce qui est rare, les autres se déplaçant sans loi apparente et dues à des causes encore indéterminées.

Les zones où les oiseaux évoluent sans battre des ailes et sans perdre de hauteur coïncident toujours avec les plages positives. C'est dans ces zones qu'ils se maintiennent, en décrivant soit des courbes, soit des lignes brisées. Ils se déplacent avec elles et ne vont de l'une à l'autre qu'en ligne à peu près droite et sans s'arrêter. Ils peuvent alors perdre impunément un peu de hauteur, qu'ils rattrapent dans la zone positive suivante ; ce qui, à première vue, donne l'impression qu'ils évoluent à voile irrégulièrement dans l'espace.

(1) Voir en particulier la *Revue Scientifique* du 20 mars 1895, du 17 juin et du 24 juin 1905.

(2) Études expérimentales sur le vol à la voile. (*L'Aérophile*, 1921).

Des théories précédemment proposées pour expliquer le vol à la voile, c'est donc celle des courants ascendants qui a été vérifiée par les expériences de M. Idrac.

On avait objecté à cette théorie, écrit M. Idrac, le fait que l'on voyait des oiseaux voler à voile en tous points de l'espace et qu'il était, par conséquent, impossible que l'air montât partout en même temps. C'est d'ailleurs l'impression que l'on éprouve d'abord quand on a sous les yeux le spectacle imposant de plusieurs centaines de voiliers évoluant en même temps dans le ciel. Mais une observation plus attentive montre que la distribution des oiseaux n'est jamais régulière d'un bout à l'autre de l'horizon. La densité d'oiseaux varie dans l'espace et dans le temps. On constate que, dans les zones à composante ascendante, il y a une grande densité d'oiseaux ; dans celles à composante descendante, au contraire, il y en a peu et ils n'y décrivent jamais de cercles.

M. Idrac a constaté ce fait plus de cent fois. Partout et toujours, quand les oiseaux volaient en grand nombre ou décrivaient des cercles, le vent avait une composante ascendante. Au contraire, dans les zones où l'air ne montait pas ou descendait, les oiseaux, très peu nombreux, ne faisaient que passer, et chaque fois que des variations de hauteur ont pu être constatées, ils en perdaient.

Le vol en orbes est toujours le signe de la présence d'une zone ascendante et le seul but de l'orbe est, pour l'oiseau, de rester dans cette zone favorable, tout en conservant une vitesse horizontale suffisante pour sa sustentation.

Lorsque le vent fraîchit, on voit souvent le vol en orbes disparaître pour faire place à un vol en ligne droite ou brisée, et même parfois au vol sur place.

Lorsqu'un oiseau veut aller d'un point à l'autre, il arrange son trajet de manière à rester longtemps dans les zones à composante ascendante et moins dans les autres. Fréquemment les oiseaux décrivent plusieurs orbes dans une colonne ascendante, puis se laissent glisser en vol plané jusqu'à la zone ascendante suivante et ainsi de suite. Ils peuvent aussi, tout en volant en ligne droite, profiter de la forme des zones ascendantes, qui sont assez souvent allongées dans le sens du vent.

Les oiseaux doivent donc vraisemblablement posséder un sens spécial leur permettant de sentir, non seulement si l'air « porte », mais même de quel côté se trouve ou se déplace la zone « portante ».

M. Idrac fait l'hypothèse suivante sur l'organe correspondant à ce sens spécial des mouvements de l'air. Les oiseaux possèdent dans la région des poumons et dans celle du cerveau des organes spéciaux, appelés sacs aériens. Les sacs pulmonaires sont sans doute en relation avec les phénomènes respiratoires ; mais la fonction des sacs cervicaux ne paraît pas définie : peut-être jouent-ils un rôle analogue à celui des statoscopes employés en ballon et décèlent-ils à l'oiseau de très faibles variations de densité de l'air, lui permettant ainsi de se diriger dans le dédale des courants aériens.

J. R.

Anthropologie

Emile Rivière (1835-1922). — Le 26 janvier 1922, s'est éteint, à l'âge de 87 ans, Emile Rivière dont le nom restera attaché à la célèbre découverte de l'Homme paléolithique dans les grottes de Bouassé-Roussé et aux premiers travaux relatifs aux gravures sur rochers.

C'est en 1872 que Rivière entreprit d'explorer les grottes de Bouassé-Roussé (comprenant un groupe de neuf grottes) près de Menton et ses fouilles conduites très méthodiquement lui permirent de faire remonter leur occupation par l'Homme, au moins au pleistocène supérieur. Le 26 mars de cette même année 1872, il découvrait dans la grotte de Cavillon un squelette d'homme adulte, de haute stature, qui reposait à une profondeur de 6 m. 55 au-dessous du premier niveau. Il était étendu sur le côté gauche, les jambes fléchies et les avant-bras repliés. Les os du squelette avaient été peints en rouge avec de l'hématite pulvérisée. Le mobilier funéraire se composait principalement d'objets de parure (coquilles perforées et canines de cerf), d'une pointe en os placée sur le front et de deux lames triangulaires en silex posées contre l'occiput. Le cadavre était recouvert d'une couche aurignacienne, épaisse de 2 m. 50, non remaniée.

En 1873 il découvrait trois autres squelettes dans la grotte de Baousso da Torre, puis en 1874 et 1875, deux squelettes d'enfants dans une autre grotte qui fut appelée désormais « grotte des Enfants ».

La découverte du premier squelette (dit *Homme de Menton*) dans la grotte de Cavillon, eut un retentissement énorme. Rivière, sûr de l'exactitude stratigraphique de ses fouilles, put affirmer qu'on se trouvait en présence de restes humains paléolithiques. Ce qui, pour lui, était une certitude absolue fut, bien entendu, considéré par un grand nombre de préhistoriens comme une hypothèse. Il fut vigoureusement combattu, notamment par Gabriel de Mortillet, qui considérait les instruments en silex et en os trouvés dans le gisement, comme se classant, par leurs formes, au Néolithique ; d'autre part, il contestait l'ancienneté du dépôt où le squelette avait été rencontré.

Cette polémique valut à l' « Homme de Menton » d'être attribué, à tort, au Néolithique.

Mais quelques années plus tard, les grandes fouilles entreprises par le Prince de Monaco aux Baoussé Roussé devaient donner raison à Emile Rivière : le squelette de Cavillon était réellement *paléolithique* et appartenait à la race de Cro-Magnon (1).

Emile Rivière explora la plupart des classiques gisements de la Dordogne, notamment La Micoque, Cro-Magnon et La Mouthe.

Il fut, avec Chauvet, l'un des premiers fouilleurs de La Micoque (1896) qui représente l'une des stations acheuléennes les plus remarquables parce qu'on y constata, pour la première fois, la présence dans cette région de l'instrument de forme amygdaloïde si caractéristique des limons du Nord de la France.

La Micoque se signala de suite à l'attention des préhistoriens par une industrie appartenant au quaternaire ancien, si rare dans les autres stations de la Dordogne (2).

Les plus intéressantes fouilles qu'il fit après celles, si remarquables des Baoussé-Roussé, fut la fouille de La Mouthe (1895).

Depuis 15 années déjà, les peintures pariétales d'Altamira, découvertes fortuitement en 1868 par un chasseur, avaient été signalées par MM. de Santuola et Vilanova. Cette découverte, si considérable, avait été accueillie avec méfiance dans le monde des préhistoriens, puis était tombée dans l'oubli lorsque Rivière, explorant la grotte de La Mouthe, se trouva en présence des gravures pariétales qui lui avaient été annoncées par ses correspondants, MM. Ed. et S. Berthoumeyron.

En 1883, M. Daleau avait pu observer des gravures de ce genre dans la grotte de Pair non Pair, à Marcamps (Gironde), mais elles n'avaient pas retenu son attention au point de vue chronologique. Il ne les publia qu'en 1897 après que Rivière eût démontré l'âge si reculé de cet art pariétal.

Dès les découvertes des gravures de La Mouthe, M. Regnault écrivit à Rivière qu'il en avait également observé quelques années auparavant dans la grotte de Marsoulas (Haute-Garonne).

C'est alors qu'on reprit l'étude de la grotte d'Altamira qui prit l'importance que l'on sait, car elle reste la plus surprenante manifestation de l'art paléolithique.

La découverte des gravures de La Mouthe eut donc une importance considérable puisqu'elle fit sortir de l'oubli les découvertes antérieures et qu'elle fut le point de départ de toutes les recherches, si fécondes en résultats, qui furent effectuées depuis lors.

Au cours de sa longue carrière, Rivière publia de nombreux Mémoires et articles qu'il fit paraître notamment dans : *Les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Le Bulletin de la Société d'Anthropologie, L'Association française pour l'avancement des Sciences, La Revue Scientifique* (dont il fut un collaborateur assidu) etc...

L'œuvre d'Emile Rivière suscita bien des polémiques parce qu'elle renversa parfois des idées préconçues, acceptées trop hâtivement comme des dogmes intangibles. Ses adversaires ont pu lui reprocher un esprit quelque peu combatif, mais ses répliques avaient le mérite d'être dictées par la sincérité, car dans le domaine scientifique il n'admettait rien de ce qu'il croyait contraire à la vérité.

L. Franchet.

(1) Le squelette de Cavillon appartient aujourd'hui au Muséum de Paris.

(2) Le gisement de La Micoque vient d'être acheté par l'État.

Entomologie

La présence de la Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis*) **en France. — Moyens de lutte** (1). — Tout dernièrement les journaux quotidiens annonçaient au public qu'un invasion de « fourmis rouges » préoccupait vivement le Conseil Municipal d'une Station hivernale de la Côte d'Azur. Il s'agit en l'espèce d'une petite fourmi, non pas rouge, mais de couleur générale brune contre laquelle les Services scientifiques du Ministère de l'Agriculture et les intéressés ont uni, en silence, leurs efforts depuis quelques années pour enrayer son extension dans la région méridionale.

La Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis* Mayr.) a dû être introduite, il y a une quinzaine d'années, en deux points de la région méditerranéenne à Cannes et à Tamaris, où elle a constitué des foyers qui vraisemblablement ont été toujours distincts l'un de l'autre.

D'après L. Chopard, qui a procédé à une enquête minutieuse sur place et qui en a publié les résultats dans un travail important des Annales des Epiphyties (2) : « les renseignements sont absolument con-
« cordants pour désigner, comme point de départ de
« l'invasion, des serres où se fait la culture des plantes
« tropicales. La Fourmi d'Argentine a donc dû être
« importée en France non par des denrées ou des

(1) Les figures 9 à 11 sont extraites du Rapport de M. L. Chopard publié dans les *Annales des Epiphyties*, t. VII, 1921.

(2) L. Chopard : La Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis*, var. *arrogans* Santschi) dans le midi de la France. — Ann. des Epiphyties, VII, pp. 237 à 266, Maurice-Mendel, Paris, 1921.

« produits commerciaux quelconques, mais plutôt par « des plantes vivantes, Orchidées ou Fougères prove- « nant, selon les probabilités, de l'Amérique du Sud ».

Des deux foyers connus, celui de Cannes est de beaucoup le plus important ; il s'étend sur le quartier de la Croix-des-Gardes à l'Ouest et sur la « Californie » à l'Est, ces deux points étant reliés par des petits foyers intermédiaires.

A Tamaris, le fléau occupe une zone assez étroite, mais, par suite des nombreux échanges de végétaux de cette Station avec Toulon en particulier, il est à craindre que la Fourmi d'Argentine envahisse d'un moment à l'autre cette ville dont le quartier du port paraît apte à lui faciliter une propagation rapide.

En dehors de la France où son existence n'a été reconnue officiellement qu'en 1919 (1), *I. humilis* est signalée en Amérique du Sud (République Argentine, Brésil, Uruguay, Chili) d'où elle s'est répandue d'abord aux Etats-Unis (Louisiane, Alabama, Mississipi, Californie), en Afrique (Cape-Town, Madère) et en Europe (Açores, Portugal, Italie et serres de Bruxelles, Dublin, Breslau).

Il est en général difficile, si l'on n'est pas spécialiste, de distinguer les espèces d'Insectes réellement nuisibles des espèces indifférentes qui peuvent d'ailleurs ressembler aux précédentes. C'est un des points sur lesquels les laboratoires spécialisés, distribués sur notre territoire, interviennent utilement. Toutefois, pour le cas qui nous intéresse, pour la Fourmi d'Argentine, on doit avoir de fortes présomptions sur son existence dans une région donnée, si on a constaté les caractères suivants :

1° Fourmis de petite taille (2,2 à 2,6 m/m de long pour les ouvrières), brun clair, à formes grêles ; 2° dont toutes les ouvrières sont semblables ; 3° très nombreuses, se suivant en bandes serrées sur les arbres et sur les murs où elles laissent des traces nettes de leur passage ; 4° très vives et se dispersant affolées en tous sens au moindre choc et surtout aux déplacements d'air (en soufflant dessus par exemple) ; 5° faisant disparaître complètement toutes les espèces de Fourmis indigènes occupant la place jusque là ; 6° ne répandant aucune odeur, même quand on les écrase entre les doigts.

Enfin, on peut ajouter que la Fourmi d'Argentine devient rapidement un fléau dans les régions où elle est importée grâce à sa facilité en été de constituer, en des points plus ou moins éloignés les uns des autres, des petites colonies dont il est impossible de préciser tous les emplacements. « En été on rencontre des nids de la Fourmi d'Argentine partout où elle trouve le moindre abri lui procurant une certaine humidité ; la terre, surtout au pied des arbres, les murs, le dessous des pierres, des pots de fleurs, le bois décomposé, les arbres malades, etc., sont les endroits où on est sûr de la rencontrer ». En hiver toutes ces petites colonies se concentrent souvent en des agglomérations énormes et cherchent les endroits abrités du froid où elles mènent une vie beaucoup moins active que pendant la bonne saison.

La Fourmi d'Argentine est nuisible à l'homme indirectement en activant sur les Arbres fruitiers et d'ornement la multiplication des Pucerons et des Cochenilles qui lui fournissent dans leurs secrétions les substances dont elle est très friande. Son action néfaste est peut-être encore plus importante dans ses relations directes avec l'homme. En effet, elle rend

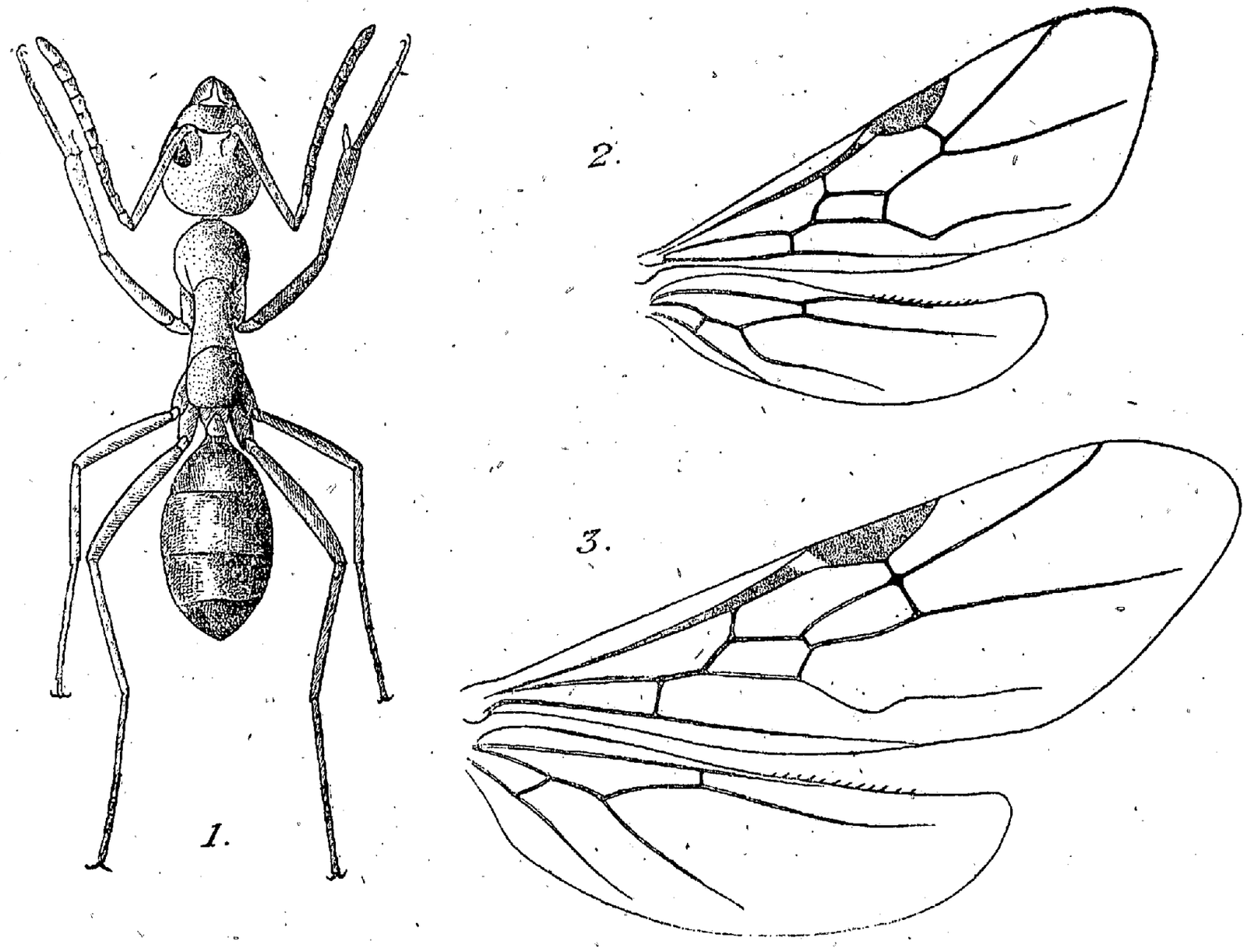


FIG. 10. — La Fourmi d'Argentine *(Iridomyrmex humilis)* : 1. Ouvrière, G = 25 ; 2. Ailes du mâle, G = 19 ; 3. Ailes de la femelle, G = 19.

(2) P. MARCHAL et R. POUTIERS : La Fourmi de l'Argentine : C. R. Ac. Agric., VI (1920) pp. 115-322.

presqu'inhabitables les maisons qu'elle envahit : « Les « colonies d'*Iridomyrmex*, écrit L. Chopard, sont con- « sidérablement plus nombreuses que celles d'aucune « de nos espèces ; ceci, joint à sa petite taille, en fait « un hôte terriblement désagréable. Aucune partie de « la maison n'est à l'abri de ses attaques ; il pénètre « par toutes les ouvertures et établit même fréquem- « ment ses nids dans les plafonds ou les moindres fis- « sures des murs ; son activité étant incessante aussi « bien la nuit que le jour, c'est une lutte continuelle « qu'il faut mener contre cet ennemi innombrable. « Sa présence est particulièrement insupportable dans « les chambres où l'on est obligé d'isoler les pieds des « lits dans des godets remplis de naphtaline et dans « les cuisines où il est naturellement particulièrement « attiré. Toutes les substances comestibles peuvent lui « servir de nourriture, mais ce sont surtout la viande « et les matières sucrées qui l'attirent. Aussi, dans

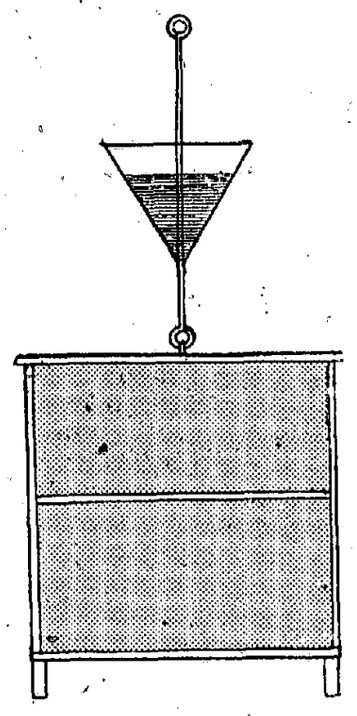


FIG. 11. — Garde manger isolé au moyen d'un crochet plongeant dans un récipient rempli avec du pétrole.

« toutes les maisons envahies, les habitants sont-ils « obligés de tout enfermer et de protéger les garde- « manger contre les Fourmis, soit en plaçant les pieds « dans des godets remplis de naphtaline ou de pétrole, « ou mieux en les suspendant à une tige trempant « dans un entonnoir plein de pétrole ».

Dans ces conditions, on comprend que de nombreuses méthodes de lutte, appliquables d'ailleurs à la destruction des Fourmis indigènes, aient été conseillées. Voici les plus importantes, fondées essentiellement sur l'observation de la biologie de l'insecte à anéantir.

Les Américains qui ont eu beaucoup à souffrir de la Fourmi de l'Argentine, en Californie et Louisiane en particulier, ont utilisé pour protéger les laboratoires et les maisons, l'installation d'une rigole d'eau courante tout autour des bâtiments. « Le résultat est parfait, « à condition que l'eau circule continuellement et que « les rigoles soient tenues en parfait état de propreté « car le moindre brin d'herbe ou débris quelconque « sert de pont aux Fourmis qui ne tardent pas à « passer en quantité ».

Plusieurs formules d'appâts empoisonnés ont donné des résultats satisfaisants ; le maximum d'efficacité a été obtenu en France avec le mélange très faiblement toxique suivant :

Sucre blanc ou roux	1.000 gr.
Eau	500 gr.
Benzoate de soude	1 gr.
Acide tartrique	1 gr.

Faire bouillir lentement pendant une demi-heure et ajouter :

Arséniate de soude ..... 3 grammes

dissous dans un peu d'eau chaude.

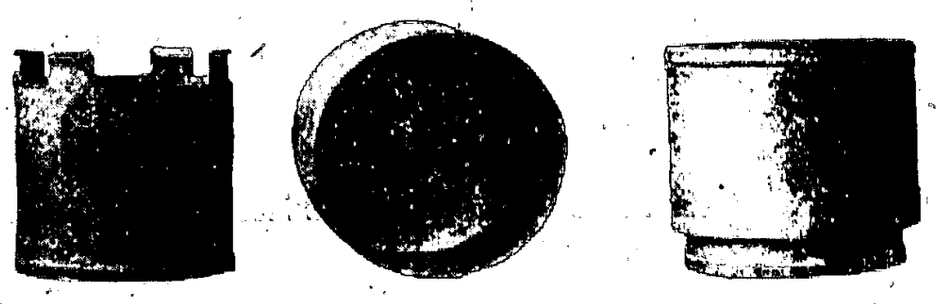


FIG. 12. — Boîte en zinc construite par M. Chopard, pour y déposer les appâts arsénisés, dans les habitations. A gauche, la boîte sans couvercle ; au milieu, le couvercle vu de dessous ; à droite, la boîte avec son couvercle.

Avec un tel appât, grâce à la proportion extrêmement faible d'arséniate de soude, les ouvrières, visitant ces mélanges, s'empoisonnent lentement et portent le poison aux larves et aux reines, détruisant ainsi la fourmilière complètement. Cette observation est capitale et doit faire abandonner l'emploi des mélanges fortement toxiques qui sont foudroyants pour les ouvrières. Ce procédé de lutte est aussi bien indiqué en été lorsque les fourmis sont éparpillées en petits nids, qu'en hiver et au printemps lorsque les fourmilières sont de taille très importante.

Enfin, l'emploi des abris-pièges en hiver est très recommandable mais nécessite en général une unité d'action et de direction dont les intéressés comprennent parfois difficilement l'importance.

D'ailleurs on peut dire, pour la Fourmi d'Argentine, ce qui a déjà été écrit pour un grand nombre d'ennemis de nos cultures (Sauterelles, Campagnols, etc.) : une coordination dans les efforts est obligatoire pour obtenir le rendement maximum. La constitution d'un Syndicat de défense est apparue indispensable à L. Chopard qui n'a quitté la région méridionale qu'après avoir jeté les bases à Cannes d'une telle association dont les agissements sont reconnus officiellement par le département et par les organismes agricoles de la région. Dans ces conditions, on peut affirmer que la question de la Fourmi d'Argentine n'est pas aussi inquiétante actuellement qu'en 1920 et que nos Stations hivernales de la Côte-d'Azur n'en souffriront pas, surtout si les Municipalités continuent à apporter leur concours dans la lutte entreprise par les particuliers contre cet hôte désagréable des maisons comme des propriétés.

P. VAYSSIÈRE.

Biologie

Limite de résistance au froid des chenilles. — Dans une communication parue en 1916, et dont nous avons rendu compte ici, M. Portier et Mlle Gueylard, ont montré que, pendant la saison d'hiver, des chenilles de *Cossus cossus*, refroidies bien au-dessous de 0° et durcies par la congélation revenaient à la vie dès qu'elles étaient réchauffées à la température du laboratoire. M. Portier s'est demandé quelle est la *limite* de cette résistance au froid, et il a entrepris de nouvelles expériences en collaboration avec M. Marcel Duval (*Compt. rend. de la Société de Biologie*, 7 janvier

1922). Des chenilles de *Cossus* congelées dans un mélange de glace et de sel marin et maintenues pendant 1 heure à une température variant de -15° à -17° sont rappelées à la vie même lorsque le réchauffement est très brusque (immersion dans l'eau chaude à +40°). Grâce à des dispositifs variés, et en utilisant l'air liquide, MM. Portier et Duval ont pu réaliser des températures beaucoup plus basses. Une Chenille congelée à -17° et placée ensuite pendant quelques minutes à une température voisine de -190 degrés est morte irrémédiablement. Il en est de même après un séjour à -63°. Après divers essais, les auteurs sont parvenus à fixer la température mortelle au voisinage de -21°. Une expérience très curieuse est celle-ci : une grosse Chenille est placée verticalement dans le tube du cryoscope ; les derniers anneaux du corps, les plus rapprochés de l'air liquide sont refroidis à -25°, alors que au niveau de la partie antérieure, plus éloignée de la source du froid, le thermomètre ne marque que -20°. Or, après réchauffement, la partie antérieure réagit aux excitations mécaniques, contrairement à l'extrémité postérieure : la Chenille a donc été partagée physiologiquement en deux parties, sous l'action de deux températures voisines, mais situées en deçà et au-delà de la température mortelle.

Quant au mécanisme de la mort par le froid, il est assez obscur. Une Chenille refroidie aux environs de -15° est à tel point durcie qu'on peut la briser en morceaux comme du verre sans qu'aucune goutte de liquide se montre ; il y a donc congélation complète. Mais, alors, quelles sont les perturbations qu'un froid plus intense apporte dans les tissus, et qui entraînent la mort ? Les auteurs pensent qu'en deçà de la température mortelle, seuls les liquides intercellulaires se congèlent, alors que le contenu des cellules resterait à l'état de solution sous-refroidie ; avec des températures beaucoup plus basses, cette surfusion cesserait, et un retour à la vie serait désormais impossible.

A. Drz.

Thérapeutique

Les injections intra-cardiaques. — Depuis longtemps, dans les laboratoires de bactériologie, on pratique des inoculations ou des prises de sang intra-cardiaques. On a hésité longtemps à tenter de telles interventions chez l'homme, malgré des essais heureux de Winter en 1905 et de Latzko en 1909 ; mais pendant la guerre la nécessité d'agir vite incita de nombreux chirurgiens à utiliser la voie intra-cardiaque pour introduire de l'adrénaline dans la circulation des grands blessés dont le cœur faiblissait. On a noté des échecs, bien naturels, étant donné la gravité des cas, mais d'une manière générale, les résultats ont été satisfaisants surtout dans l'arrêt du cœur ou l'asphyxie pendant l'anesthésie et dans le collapsus par hémorragie. (*Presse médicale*, 22 octobre 1921).

La technique de l'injection intra-cardiaque est fort simple. Elle se borne en effet à l'introduction, à travers la paroi thoracique et celle du ventricule, d'une aiguille fine à ponctions de dix centimètres de longueur et deux millimètres de diamètre extérieur. Cette aiguille est enfoncée après stérilisation de la peau, dans le quatrième espace intercostal gauche, à un ou deux travers de doigt du bord gauche du sternum de façon à éviter l'artère mammaire. La pénétration de l'aiguille doit s'effectuer lentement, sous une inclinaison de 10° environ vers la ligne médiane ; à une profondeur de 35 à 45 millimètres, la résistance cesse et on constate, par la possibilité d'aspirer du sang, que l'on est dans la cavité ventriculaire.

Comme l'injection intra-cardiaque n'est appliquée que dans des circonstances où une action énergique et immédiate est nécessaire on ne peut employer que des médicaments très actifs : la strophantine et l'extrait hypophysaire sont de ce nombre, mais c'est l'adrénaline qui jusqu'ici semble le mieux convenir pour réanimer le cœur dans les cas qui paraissent désespérés.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

La Radiométallographie. — Il y a 25 ans, lors de la découverte des rayons X, Osmond avait tenté d'en faire une application à la métallographie. On parvient aujourd'hui, grâce au tube Coolidge, à examiner par transparence des plaques d'acier qui ont jusqu'à 60 m/m d'épaisseur. En France, M. H. Pilon, administrateur des établissements Gaiffe, a réussi à créer tout un matériel et toute une technique, à la suite d'essais entrepris pendant la guerre, en 1915, au Ministère de l'Armement.

Une pièce de bronze de dix centimes est traversée et on obtient son image photographique en 1/10 de seconde. On emploie un régime qui va jusqu'à 200.000 volts, avec quelques milli-ampères et pendant une dizaine d'heures sans arrêt. La plaque photographique avec des poses variables, suivant l'épaisseur, est soigneusement enchassée dans du plomb et le tube est enfermé dans une boîte en plomb de 6 mm d'épaisseur afin de protéger l'opérateur.

M. H. Pilon, dans une conférence que vient de publier l'Office de l'Acétylène et de la Soudure autogène, a présenté de nombreux et suggestifs clichés de pièces métallurgiques puis a montré tout le parti que les laboratoires des usines ont déjà su tirer du procédé radiométallographique. Il décrit en particulier la belle installation des Usines Schneider du Havre. Signalons les clichés d'aciers au tungstène dont les opacités varient avec la teneur en tungstène ; de douilles d'obus, où l'on voit à l'intérieur la position des pièces. On peut contrôler le travail de l'étirage et du laminage, ou le traitement thermique. En particulier, pour la soudure autogène, on peut facilement s'assurer si celle-ci est parfaite : l'examen des clichés radiométallographiques donne toute satisfaction à cet égard. Grâce aux efforts de M. H. Pilon, on possède une précieuse méthode d'essais et un complément de la métallographie d'Osmond.

A. R.

Génie maritime

L'organisation économique du balisage lumineux (1). — Le balisage lumineux nocturne, mode de signalisation le plus pratique, exigerait de gros sacrifices si l'on ne recherchait l'efficacité au moindre prix, question que M. Marcotte traita d'une manière générale au Congrès International.

(1) Extrait d'une communication faite par M. Edmond Marcotte à la Commission scientifique de l'Aéro-Club, le 4 janvier 1922.

Dans sa communication à la Commission Scientifique, il examine avec plus de détails trois facteurs principaux :

Les moyens de lutte contre la brume et les variations de la réfraction atmosphérique ;

Les mérites respectifs des divers systèmes optiques ;

L'illumination des optiques puissantes.

Alors qu'une simple bougie, par temps clair, se voit à 27 kilomètres, il faut des puissances considérables pour assurer aux feux, avec certitude, une portée moyenne déterminée.

Par exemple, pour réaliser, 50 fois sur 100, une portée de 50 km., il faut 100.000 bougies sur les côtes de la Méditerranée, 200.000 sur le rivage de l'Océan, 20 millions de bougies au-dessus de la mer du Nord.

Cette consommation considérable d'énergie n'est pas le seul inconvénient de la brume. Si le faisceau principal de l'aérophare est dirigé pour atteindre, à la limite de portée moyenne, l'aéronef évoluant à l'altitude moyenne, en temps brumeux, non seulement la portée diminue, mais encore le faisceau s'arrête beaucoup au-dessous de l'altitude d'évolution des aéronefs qui passent alors sans le voir.

Il faut donc relever le faisceau au-dessus de l'horizon et cela d'une valeur déterminée pour chaque état de transparence de l'atmosphère.

Les variations incessantes de la réfraction atmosphérique obligent également à des relèvements variables, si l'on veut conserver aux aérophares leur efficacité.

Déplacer, soit l'appareil optique, soit la source lumineuse, presque à chaque instant, serait peu pratique. M. Marcotte décrit l'aérophare qu'il a imaginé. Au mouvement classique de rotation de l'optique, s'ajoute un mouvement d'oscillation obtenu à l'aide d'un pendule à entretien électro-magnétique très ingénieux.

Ces deux mouvements simultanés font que le faisceau lumineux décrit non un grand cercle, mais, de part et d'autre de celui-ci, une surface sinusoïdale. La position initiale du faisceau ne se retrouve qu'après un certain nombre de tours, afin de balayer tout le ciel dans les limites que rendent nécessaires les modifications incessantes apportées par l'état de transparence et la réfraction atmosphérique.

Aux objections qu'on peut faire sur la difficulté d'identifier un tel phare, on peut répondre qu'il s'agit d'appareils puissants qui seront assez éloignés l'un de l'autre pour qu'un pilote dévoyé ne puisse les confondre. Leur caractère pourra donc être très simple ; en outre, la vision simultanée de feux secondaires pourra aider l'identification qui sera d'ailleurs toujours possible : la portion du ciel, située à la partie moyenne de l'oscillation du faisceau étant toujours balayée par le pinceau lumineux.

Les appareils optiques employés dérivent du profil de Fresnel qu'on peut d'ailleurs, dans certains cas, réduire à la partie dioptrique.

Les meilleurs feux sont ceux qui produisent une concentration suffisante des faisceaux afin de reculer la limite de portée en augmentant la lumination reçue par l'observateur. Les lentilles annulaires répondent à cette condition. Mais en deça de leur limite de portée, il convient d'éclairer entre l'horizon et le zénith. M. Marcotte donne une formule de répartition des intensités lumineuses et montre, à titre d'exemple, un dispositif formé d'une coupole ogivale à 3 panneaux, prolongeant ainsi jusqu'au zénith le caractère d'un feu à 3 éclats groupés.

On peut aussi employer des appareils catadioptriques, réflecteurs ou miroirs analogues à ceux des projecteurs pour produire des faisceaux de grande portée. Le prolongement de ces faisceaux jusqu'au zénith pouvant être obtenu par des cylindres à directrice parabolique, verticaux ou légèrement inclinés, ou même un peu courbés de façon à obtenir la répartition lumineuse voulue.

L'auteur montre un dispositif de cette nature, destiné à produire des éclats réguliers, et comportant un cylindre à directrice parabolique, à la base duquel se trouve un paraboloïde de révolution, prolongé par un tore paraboloïde.

Il fait connaître les mérites respectifs des systèmes en verre taillé et des projecteurs et réflecteurs métalliques ; ces derniers peuvent avoir un meilleur rendement, surtout avec la lumière jaune des réflecteurs dorés, mais durent moins.

Les manchons rendus incandescents par le gaz d'huile, l'acétylène ou la vapeur de pétrole constituent des illuminants pour les phares secondaires. Pour les phares principaux, la lutte est ouverte entre les lampes à incandescence au tungstène à atmosphère inactive et les lampes à arc. L'éclat de ces derniers appareils paraît leur assurer pendant un certain temps une supériorité pour les phares puissants.

Alors, on s'adressera de préférence à l'arc G. M. G., dont la cathode est remplacée par un anneau de cuivre et qui envoie, librement à l'avant, le flux de son cratère positif qui est de 69.000 bougies par centimètre carré, c'est-à-dire le double de l'éclat de l'arc électrique le plus puissant.

La fixité remarquable de l'arc, dont M. Marcotte décrit le dispositif, est due à sa rotation très rapide sous l'influence du champ électromagnétique provenant de la cathode entourée d'une bobine.

L'auteur de la communication termine par l'énoncé des autres facteurs importants du problème du balisage lumineux économique :

Répartition des feux, caractère et durée des signaux, éclairage des terrains eux-mêmes, feux de direction pour l'atterrissage.

S. R.

Transports

Transports frigorifiques. — Depuis la guerre, les transports frigorifiques se sont développés en France d'une façon remarquable, rendant possible un fort accroissement de la consommation des viandes frigorifiées. Une partie de ces transports peuvent s'effectuer non en wagons réfrigérants mais simplement en wagons isolants au point de vue thermique. L'Intendance avait observé pendant la guerre que le transport des viandes préalablement réfrigérées, dans des wagons isolants, donnait toute satisfaction ; ce procédé a été adopté par les Américains. Le gouvernement américain nous a cédé les wagons utilisés par ses troupes et nous disposons actuellement d'environ 2.300 wagons isolants. Dans une conférence faite à la Société d'hygiène alimentaire, M. Bloch, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées a signalé tout le parti que l'on tire actuellement de cet état de choses. Il a de plus cité des expériences de transport du lait refroïdi, dans des wagons, pour augmenter le rayon d'approvisionnement de Paris. Enfin le gouvernement a envisagé la construction d'entrepôts de poisson congelé à Saint-Pierre et Miquelon et dans un port continental français. Ceci permettra de fournir au consommateur français, dans

de bonnes conditions de prix et de conservation, non seulement la viande de boucherie, mais cet aliment de premier ordre que constituent les poissons. On sait d'autre part que notre flotte frigorifique commence à être importante ; il y a donc lieu d'espérer à brève échéance de nouveaux bienfaits de l'application du froid au transport des denrées alimentaires périssables.

L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Raoul Anthony a été présenté en première ligne, pour la chaire d'anatomie comparée du Muséum, par 45 suffrages et 3 bulletins blancs.

M. Henri Neuville a été présenté en seconde ligne.

— M. Ch. Richet dépose son ouvrage : *Traité de métapsychie* (814 p.) ; la métapsychie est la science des choses occultes dont les savants ne sauraient se désintéresser.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 14, Madame Pierre Curie a pris place parmi ses confrères à côté du Dr Roux, Directeur de l'Institut Pasteur. Le professeur Béhal, président de l'Académie, lui a souhaité la bienvenue.

Océanographie physique et biologique. — La dernière réunion internationale (9-14 janvier) a décidé d'éditer, dans chaque pays, la liste des personnes qui s'intéressent aux choses de la mer. Tous les adhérents éventuels sont priés de faire connaître leur nom avant le 1er avril, à M. le professeur Joubin, Institut océanographique, 195, rue St-Jacques.

Institut de Paléontologie humaine. — L'Institut, fondé par le prince Albert de Monaco, a été reconnu d'utilité publique en 1910.

Des conférences publiques auront lieu à son siège (1, rue René-Panhard, Boul. St-Marcel) tous les samedis à 17 heures. En voici la liste :

18 février. — M. Marcelin Boule, professeur au Muséum, « La Paléontologie humaine, son histoire, son but, ses méthodes ».

25 février. — M. Paul Lemoine, professeur au Muséum : « La Géologie et la Paléontologie humaine ».

4 mars. — M. Anthony, assistant au Muséum : « L'Anatomie comparée et la Paléontologie humaine ».

11 mars. — M. Verneau, professeur au Muséum : « L'Ethnographie et la Préhistoire ».

18 mars. — M. Capitan, professeur au Collège de France : « L'Art préhistorique dans la vallée de la Vézère ».

25 mars. — M. Breuil, professeur à l'Institut de Paléontologie humaine : « Les cavernes peintes et gravées de l'Espagne ».

Les leçons d'Ethnographie préhistorique de M. Breuil auront lieu en été. Des cartes d'entrée aux conférences seront envoyées aux personnes qui en feront la demande à l'Institut.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences*. — Les cours publics du second semestre commenceront le 1er mars.

— Mécanique analytique et Mécanique céleste. — M. Painlevé.

M. Cartan. Mardis, vendredis, 14 h. 1/2. Equilibre d'une masse fluide en rotation.

— Analyse et Algèbre supérieures. — M. E. Picard, mercredis, samedis 10 h. 1/2. Types d'équations fonctionnelles se rencontrant en analyse et en physique mathématique.

— Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat, lundis, jeudis, 9 heures. Equations différentielles et équations aux dérivées partielles.

M. Julia, vendredis 14 heures et samedis 10 h. 3/4.

— Analyse appliquée à la géométrie. — M. Drach, lundis, vendredis 10 h. 1/2. Problèmes principaux de la théorie des surfaces au point de vue analytique.

— Mécanique rationnelle. — M. Montel, mardis, samedis, 9 heures. Dynamique des systèmes. M. Cahen, vendredis 9 h. 1/4. M. N..., mercredis 16 heures.

— Mathématiques générales. — M. N... M. Julia, mercredis, jeudis 17 h. 1/2 (Rue Pierre-Curie, 1). M. Thybaut, jeudis, vendredis, 17 h. 1/2.

— Astronomie. — M. Andoyer, lundis, mercredis, 9 heures. Mouvement de rotation de la Terre et de la Lune. Théorie des satellites de Jupiter.

— Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Kœnigs, mardis, jeudis, 10 h. 1/2. Moteurs thermiques et hydrauliques.

— Physique. — M. Cotton, mardis, vendredis, 10 h. 3/4. Optique. — M. Leduc, vendredis, 14 heures. Thermodynamique ; mercredis, 14 h. Problèmes.

M. A. Guillet, lundis et jeudis, 14 h. Electricité. (Complément du cours).

— Physique théorique et Physique céleste. — M. Sagnac, mercredis, samedis, 10 h. 3/4. Mécanique de la radiation. Mouvement radial des astres.

— Electrotechnique générale. — M. P. Janet, mardis, vendredis, samedis, 8 h. 1/2, jeudis, 9 heures. Institut Pasteur, rue Dutot. Travaux pratiques à l'Ecole supérieure d'électricité.

— Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, mardis, samedis, 10 h. 3/4. Applications spectroscopiques, Photométrie.

M. Dunoyer, lundis, jeudis, 9 h. 1/4. Instruments d'optique. Travaux pratiques à l'Institut d'Optique, boulevard Montparnasse, 140.

— Physique du Globe. — M. Maurain, visites et exercices dans les stations.

M. Dongier, lundis à 10 h. 1/2 : Propriétés physiques de l'atmosphère ; mouvements généraux ; Précipitations ; Phénomènes optiques.

Travaux pratiques à l'Institut de Physique du globe, 176, rue de l'Université, les vendredis de 9 h. à 12 h.

— Aviation. — M. Marchis. Visites, conférences. (affiche spéciale).

— Chimie minérale. — M. Marcel Guichard, mardis, 11 heures. Mémoires, samedis, 9 h. 3/4.

Chimie générale. — M. Auger, lundis et jeudis, 9 heures, Chimie analytique.

— Chimie organique. — M. Haller, mercredis, vendredis, 10 h. 1/2, série cyclique.

M. Blaise, lundis, jeudis, 10 h. 1/2, série acyclique.

— Chimie physique. — M. J. Perrin, lundi, 16 h. (cours réservé aux élèves du laboratoire).

M. Mouton, lundis, 17 heures. Substances colloïdales, sols et gels. Appl. biologique.

— Chimie biologique. — M. G. Bertrand, mardis, vendredis, 14 heures. Matière vivante. Phénomènes synthétiques.

M. Javillier, lundis, jeudis, 17 h. 1/2. Diastases. Phénomènes analytiques.

— Chimie appliquée. — M. Chabrié, mardis, 9 h. 3/4, samedis, 11 heures. Industrie du sucre. Saponification des graisses.

— Minéralogie. — M. Wallerant, lundis, jeudis, 10 h. 3/4. Propriétés optiques. Polymorphisme et isomorphisme.

M. Mauguin, mercredis, samedis, 8 h. 1/2. Espèces minérales. Collections.

— Zoologie, anatomie et physiologie comparées. — M. Pruvot, mardis, jeudis, 15 h. 1/2. Téguments, squelette, nerfs.

M. Herouard, mercredis, 14 h. 1/2, vendredis, 15 h.

— Biologie expérimentale. — M. Rabaud, lundis, mardis, 10 heures. Moyens de défense des organismes et persistance des espèces.

— Physiologie. — M. Lapicque, mercredis, vendredis, 17 heures. Irritabilité : protoplasme, muscles, nerfs.

M. Portier, lundis, 15 h. 1/2, mardis, 17 heures. Nutrition.

— Botanique. — M. Combes, lundis, 17 heures, vendredis, 10 h. 1/2. Dicotylédones dialypétales.

— Géologie. — M. Joleaud, lundis, mercredis, 11 h. Paléontologie et stratigraphie.

M. Michel-Lévy. — Pétrographie.

— Géographie physique. — M. L. Gentil, vendredis, 14 h. 1/2.

M. Dongier, samedis, 10 h. 1/2. Climatologie.

— Le certificat de mathématiques générales et celui de M. P. C. (math. phys. chim.) constituent un seul certificat à double option.

Il en est de même pour le certificat S. P. C. N. (P. C. N. supérieur) et le certificat M. P. C.

Le certificat de Mathématiques générales et le certificat S. P. C. N. restent deux certificats distincts pour la licence.

Soutenance de thèse. — Pour le Doctorat ès-sciences naturelles ; le 23 février, M. Vandel : « Recherches expérimentales sur les modes de reproduction des planaires triclades paludicoles ».

Muséum national d'histoire naturelle. — Les conférences populaires du dimanche, inaugurées il y a quelques années, auront lieu cette année dans l'ordre suivant, les dimanches à 15 heures, dans le grand amphithéâtre :

26 février. — M. Roule. « Le Hareng. »

5 mars. — M. J. Becquerel : « Relativité et Gravitation ».

12 mars. — M. P. Lemoine : « Histoire géologique de Paris ».

19 mars. — M. J. Charcot : « L'œuvre du *Pourquoi Pas.* L'expédition de Rockall ».

2 avril. — M. Phisalix : « Les serpents venimeux ».

Institut national agronomique. — Après concours, M. Leonardon est nommé préparateur-répétiteur de chimie agricole et agronomique.

Ecoles nationales d'agricultures. — M. Alaphilippe est nommé, après concours, répétiteur de viticulture, sylviculture et horticulture à l'Ecole de Grignon.

Ecole d'Anthropologie. — M. le Dr Bugiel fera les mardis 28 février, 7, 14 et 21 mars 1922, à 15 heures, une série de conférences sur *Le Folk-Lore de France* et *Les vieux rites agraires.* (15 rue de l'Ecole de Médecine, Paris).

Université de Toulouse. — L'enseignement de l'électrologie et de la radiologie est consacrée par un certificat d'études et un diplôme d'Université.

— M. Begouen est nommé Chargé de Cours d'Archéologie préhistorique en remplacement de M. Cartailhac, décédé.

Université d'Aix-Marseille. — Le professeur Vayssière est nommé directeur du laboratoire de zoologie maritime d'Eudoume (Labor. Marion).

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Le 22 octobre 1922 aura lieu, à Lyon, un concours pour le poste de suppléant de physique et chimie à l'Ecole de Grenoble.

— Le 23 octobre, aura lieu, à l'Ecole de Tours, un concours pour le poste de chef des travaux d'anatomie.

Université de Kioto. — Une brillante réception a été organisée en l'honneur du maréchal Joffre, qui a été acclamé par les étudiants. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 30 janvier 1922 (suite)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Th. Varopoulos.* **Sur un théorème de M. Montel.**

— *A. Angelesco* (prés. par M. Appell). **Sur les zéros de certaines fonctions.**

— *Armand Cahen* (prés. par M. Appell). **Sur les équations différentielles du premier ordre à points critiques fixes.**

NOMOGRAPHIE. — *Ch. Lallemand.* **Sur les avantages comparés des abaques hexagonaux et des abaques à points alignés.**

ALGÈBRE. — *A. Auric.* **Sur le développement en fraction continue des nombres algébriques.**

GÉOMÉTRIE. — *R. Jacques* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur les surfaces telles que les axes des cercles osculateurs à une famille de lignes de courbure appartiennent à un complexe linéaire.**

ASTRONOMIE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). **La périodicité et le mouvement des taches du Soleil en latitude expliqués par la pulsation de son noyau.**

Lorsque le globe solaire est renflé à l'équateur et déprimé au pôle, la pulsation, qui tend à rapprocher l'ellipsoïde de la forme sphérique, chasse un certain volume de l'enveloppe solaire, de l'équateur vers le pôle. Vers la latitude de 35°, ces courants rencontrent des masses de vitesse plus rapide et déterminent des tourbillons.

PHYSIQUE. — *G. Gouy.* **Sur la pression dans les fluides aimantés ou polarisés**

M. Gouy donne une démonstration élémentaire, susceptible d'être utilisée dans l'enseignement, de la formule déjà établie par M. Liénard : $P = 2\pi I^2\left(\frac{1}{\mu - 1} + \cos^2\theta\right)$ + constante, s'appliquant à un certain volume de fluide, dans un champ magnétique. P représente la première normale que le fluide exerce sur sa surface, I l'aimantation, θ l'angle qu'elle fait avec la normale et μ la perméabilité constante. On suppose nulles l'hystérésis et la pesanteur.

ELECTRICITÉ. — *H. Chaumat* (prés. par M. J. Violle). **Sur la mesure des isolements, par la méthode dite d'accumulation.**

Cette méthode consiste à charger un condensateur

de capacité C à travers la résistance d'isolement à mesurer R à l'aide d'une pile de forme électromotrice E. La différence V_1 de potentiel entre les armatures du condensateur, acquise au bout du temps t, est définie par l'équation : $t_1 = CR \log_2 \frac{E}{E - V_2}$; d'où l'on déduit immédiatement R, les grandeurs E, V, t_1 pouvant être facilement mesurées.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Marcel Dufour* (prés. par M. Appell). **Relation entre l'aberration et l'astigmatisme pour un point situé sur l'axe d'un système optique centré.**

L'auteur met en évidence que, dans un pinceau de révolution, la distance entre les deux points focaux situés sur un rayon est égale au double de l'aberration longitudinale relative à ce rayon.

OPTIQUE. — *Jean Rey* (transm. par M. André Blondel). **Portée obtenue dans un phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques.**

Le phare à réflecteurs métalliques tournants installé sur l'îlot du Galiton, au nord-ouest de Bizerte, à 165 mètres au-dessus du niveau de la mer possède une portée de 33 milles et son rendement pour la même source lumineuse est les $\frac{10}{43}$ de celui du phare de premier ordre de Camarat, doté de lentilles annulaires.

POLARIMÉTRIE ET ACTINOMÉTRIE. — *A. Boutaric* (prés. par M. J. Violle). **Observations relevées au mont Blanc.**

Les chiffres élevés qu'ont donnés les mesures pyrhéliométriques faites du 31 juillet au 7 août 1921 à l'observatoire Vallot du Mont Blanc (4.350 m.) dénotaient une atmosphère très pure, et cependant la proportion de lumière polarisé n'a pas dépassé 68 p. 100, alors que Cornu signale avoir observé en plaine des polarisations de 80 p. 100. Cela tient sans doute à la lumière diffusée par la neige, qui se superpose à la lumière solaire directe.

METÉOROLOGIE. — *Louis Gentil* (prés. par M. L. Mangin). **Sur la climatologie du Maroc.**

M. Gentil s'est attaché à observer le climat du Maroc par ses influences, non seulement sur la morphologie du sol, mais encore sur la répartition des plantes et les asociations florales. Il a pu ainsi, par la considération du régime des vents et de l'influence des reliefs, expliquer des caractères géobotaniques fort intéressants. En particulier, il pense que l'extension de l'arganier vers Aoubouz au pied méridional du Haut-Atlas est de nature à modifier sensiblement la carte des isohiètes que vient de publier M. A. Bernard.

— *Ph. Schereschewsky* et *Ph. Wehrlé* (prés. par M. R. Bourgeois). **La signification des cirrus dans la prévision du temps.**

Le concept des *systèmes nuageux*, que les auteurs ont étudié, comprend le *front* avec nuages élevés ; le *corps* avec nuages de plafond bas englobant les pluies ; la *traine* avec aspects très variés du ciel, avec éclaircies et averses. Pour compléter ce concept, il y a lieu d'introduire un autre secteur, les *marges*, constitué par les bordures latérales du corps où le ciel est nuageux par nuages élevés ou moyens. La présence de cirrus est l'indice de la proximité d'un système nuageux. Pour pouvoir conclure au point de vue de la prévision du temps, il importe d'établir des cartes synoptiques afin de connaître la portion du système nuageux qui intéresse la station.

R. Dongier.

Séance du 6 février 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Gevray*. **Remarques sur les fonctions quasi analytiques et les fonctions indéfiniment dérivables.**

— *Gaston Julia* (prés. par M. Emile Borel). **Les séries de fractions rationnelles et l'intégration.**

— *Torsten Carleman* (prés. par M. Emile Borel). **Sur un théorème de M. Denjoy.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *C. Guichard*. **Sur les réseaux qui sont plusieurs fois Ω_{∞}.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu*. **Quelques remarques sur la relativité.**

M. D. Berthelot a déjà remarqué que le déplacement du périhélie de la planète Mercure pourrait fort bien s'expliquer par l'intervention d'une force agissant, dans le plan de l'orbite, perpendiculairement à la vitesse, et proportionnellement à cette vitesse. Les calculs de M. Lecornu s'accordent avec ce point de vue et permettent, en s'appuyant sur des hypothèses vraisemblables, d'expliquer les analogies que l'on observe dans le voisinage immédiat du Soleil.

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy* **Sur la détermination interférentielle des diamètres des étoiles dont l'éclat superficiel n'est pas uniforme.**

Les formules établies par M. Hamy (diffraction des images des astres circulaires, observées au foyer d'une lunette diaphragmée par une fente rectiligne) s'accordent avec les données expérimentales du Soleil, relatives aux variations de l'éclat du disque à partir du centre. L'application pourrait en être faite aux étoiles, en particulier à l'étoile géante Betelgeuse ; il est difficile *a priori* de se faire une idée de ce que peut être l'atmosphère d'une étoile aussi immense et dans un état de condensation aussi peu avancé.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *G. Sagnac* (prés. par M. Daniel Berthelot). **La projection de la lumière des étoiles doubles périodiques et les oscillations des raies spectrales.**

Dans certains Céphéïdes, le maximum d'éclat coïncide à peu près avec la plus grande valeur du déplacement $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, c'est-à-dire avec le maximum de la vitesse radiale totale par rapport à nous. Cette loi est parfois en défaut et M. Sagnac attribue la différence à ce que la concentration de l'énergie en un maximum d'éclat est un effet complexe de la projection de l'énergie issue de l'étoile à chaque instant avec la vitesse $C + \Delta v$ par rapport à la Terre.

SPECTROSCOPIE. — *A. de Gramont* et *G.-A. Hemsalech*. **Sur l'evolution du spectre du magnésium sous l'influence d'actions électriques croissantes. Applications à l'Astrophysique.**

La présence de la raie indigo du magnésium, $\lambda = 4481{,}2$, dans la lumière des étoiles nouvelles, a été confirmée récemment par Stratton. Or, il se trouve que cette raie est une raie d'étincelle qui s'arrête brusquement lorsque le potentiel d'éclatement tombe au-dessous d'une certaine valeur. De la discussion à laquelle se livrent les auteurs, il est permis de conclure que, dans les premières étapes du développement d'une étoile nouvelle, ou nova, ce n'est pas les températures élevées qui règlent l'émission lumineuse, mais les grandes différences de potentiel.

PHYSIQUE. — *Jean Timmermans*, *Mlle H. Van der Horst* et *H. Kamerlingh Onnes*. **Les points de congélations des liquides organiques purs comme repères thermométriques aux températures inférieures à 0° C.**

On a fait usage d'une enceinte cryogénique dont la température pouvait être réglée à l'aide d'un courant d'air froid. La température était déterminée au $\frac{1}{1000}$ de degré, à l'aide d'un thermomètre à résistance de platine, comparé à un thermomètre à hélium, donnant le 2/100 de degré. Voici les chiffres obtenus :

	Température d'ébullition à 760 m/m	Densité 0-4°	Température de congélation
	—	—	—
Tétachlorure de carbone.....	76°75....	1,63253...	— 22°9
Chlorobenzine.....	132,0	1,12795...	— 45,2
Chloroforme	61,20....	1,52635...	— 63,5
Acétate d'éthyle.....	77,15....	0,92450...	— 83,6
Toluène.....	110,70....	0,88445...	— 95,1
Sulfure de carbone	46,25....	1,29270...	— 111,6
Ether éthylique (forme stable).	34,60....	0,73625...	— 116 3
— (— instable).	.....	.....	— 123,3
Méthylcyclohexane.....	100,30....	0,78640...	— 126,4
Isopentane.....	27,95....	0,63950...	— 159,6

— *C.-E. Guye* et *R. Rüdy* (transm. par M Villard). **Nouveau mode de détermination des diamètres moléculaires par la rotation électromagnétique de la décharge dans les gaz.**

La vitesse de rotation de la décharge électrique dans les gaz est donnée par la formule : $V = \frac{\varepsilon H}{12\pi^2 m M}$, où M est le nombre des molécules par unité de volume et m la densité du gaz. L'expérience met en évidence que, contrairement à l'opinion généralement admise, la vitesse de rotation observée n'est pas inversement proportionnelle à la densité du gaz (m), mais au produit du carré du diamètre moléculaire par cette densité.

ELECTRO-OPTIQUE. — *D. Coster* (prés. par M. E. Bouty). **Sur la série L du spectre des rayons X.**

Les mesures, effectuées dans le laboratoire de Lund, des spectres d'un grand nombre d'éléments ($T_a - R/b$) apportent un appui à la théorie de la structure de l'atome de Bohr. L'auteur fait ensuite connaître les divergences que ses observations présentent avec celles de M. Dauvillier.

ELECTRICITÉ. — *Bedeau* (prés. par M. E. Bouty). **Mesure de la constante diélectrique du gaz et des vapeurs au moyen des circuits à ondes entretenues.**

On dispose de deux circuits A et B, ce dernier jouant le rôle d'hétérodyne. Lorsque la capacité c du circuit A varie de Δc, le son est de fréquence $\Delta N = \frac{N}{2}\frac{\Delta c}{c}$. On règle donc les deux circuits pour la même longueur d'onde ($\lambda = 700^m$) la capacité étant c dans le vide, sous une cloche. On introduit ensuite le gaz dans la cloche ; la variation de capacité est $\Delta c = (k - 1)c$. Donc on entendra au téléphone un son de fréquence ΔN, telle que $\Delta N = \frac{N}{2}(k - 1)$. Tel est le principe de la méthode mise en pratique par M. Bedeau. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet* et *J. Cournot* (prés. par M. H. Le Châtelier). **Sur la variation des propriétés des métaux et alliages aux basses températures.**

On a mesuré la dureté, à la bille de Brinnell et la résilience aux températures de — 20°, — 80° et à l'ébullition de l'air liquide. La dureté augmente ; la fragilité est une caractéristique de la ferrite. C'est ainsi qu'un acier de résilience 31.9 à + 20° n'a plus que 1.8 dans l'air liquide. Pour les autres, (métaux et alliages), la résilience ne varie que peu aux basses températures. Après un revenu de 24 heures à la température ordinaire, on a retrouvé les duretés et résiliences initiales.

— *P. Jolibois* et *R. Bassuet* (prés. par M. H. Le Châtelier). **Relations entre les différents oxydes d'uranium.**

La décomposition de UO^3 est irréversible. C'est à 502° que la vitesse de formation de U^3O^8 prend une valeur sensible. La courbe d'oxydation de UO^2 montre que celle-ci a lui à partir de 185° et sans aucune phase intermédiaire. Les auteurs donnent la courbe de réduction de U^3O^8.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Lebeau* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur les oxydes d'uranium.**

L'auteur poursuit l'étude de l'Uranium et il établit que seuls les composés oxygénés UO^3, U^3O^8 et UO^2 ont une existence certaine. Les oxydes noirs correspondent à U^3O^8; les oxydes verts renferment des quantités variables d'anhydride et s'altèrent à l'air humide.

— *H. Pelabon* (prés. par M. Haller). **Action du sélénium sur l'or.**

L'auteur montre que le sélénium attaque l'or, ce qui modifie certaines données qui avaient cours.

CHIMIE ORGANIQUE. — *E. Grandmougin*. **Sur quelques nouveaux dérivés de la sulfobenzide.**

L'auteur poursuit cette étude et décrit un certain nombre de procédés de préparation. Au point de vue industriel, la sulfobenzide paraît ne présenter aucun avantage dans la fabrication des colorants.

— *G. Dupont* (prés. par M. Haller). **Sur la composition de l'essence de thérébenthine d'Alep.**

L'auteur établit l'existence, dans les fractionnements de queue, d'un sesquiterpéne bicyclique assez semblable au caryophyllène. On rencontre aussi l'acétate de bornyle. L'essence d'Alep renferme 95 p. 100 de Pinène droit. A. Rigaut.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Charles Richet, Edoxie Bachrach* et *Henry Cardot*. **L'accoutumance du ferment lactique aux poisons (Spécificité, simultanéité et alternance).**

L'accoutumance des microbes à tel ou tel poison, transmise par hérédité, est spécifique, c'est-à-dire limitée au poison auquel ils ont été accoutumés.

La cellule microbienne peut s'accoutumer simultanément à deux poisons, et cette accoutumance à chacun de ces poisons est, dans certains cas au moins, aussi facile et aussi complète quand il y en a deux que quand il n'y en a qu'un seul.

Quand, au lieu de faire pousser simultanément les cultures sur les deux toxiques pour développer l'accoutumance, on alterne leurs cultures, l'accoutumance se produit encore, mais à un degré moindre que si l'action des toxiques était continue, au lieu d'être interrompue par des alternances.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *F. Widal, P. Abrami* et *J. Hutinel*. **Recherches sur l'insuffisance protéopexique du foie dans l'hépatite dysentérique.**

Dans la dysenterie amibienne, non seulement le foie, même lorsqu'il est le siège de lésions métastatiques suppurées, conserve l'intégrité de sa fonction protéopexique, mais il semble bien que sa résistance soit augmentée, puisqu'on le voit supporter, sans dommage, des doses de certains toxiques, comme les arsénobenzènes, qui, en quantité beaucoup plus faible, suffisent à rendre déficiente la fonction protéopexique d'un foie normal.

GÉOLOGIE. — *G. Mouret* (prés. M. Pierre Termier). **Sur la limite orientale du Massif granitique de Millevaches.**

Après avoir fait connaître antérieurement le caractère de la limite occidentale du massif et de ses annexes, et précisé, il y a deux ans, le caractère de la limite septentrionale (région de Pontarion), l'auteur expose, dans cette Note, les résultats de ses explorations le long de la limite orientale du Massif.

— *Ph. Glangeaud* (prés. par M. Pierre Termier). **Le bassin oligocène effondré Saint-Flour (Cantal)-Malzieu (Lozère). La Truyère miocene, affluent de l'Allier.**

L'auteur a observé au Malzieu et à Polageac, à l'est

de Saint-Flour, une formation importante, ravinant l'Oligocène, constituée par des sables quartzeux ferrugineux, à galets de quartz filonien, de granite et de chailles jurassiques patinées de jaune brun. Il est logique de penser que les chailles proviennent de dépôts jurassiques décalcifiés du rebord sud des causses redressé au moment des grands mouvements alpins d'âge oligocène supérieur ou miocène inférieur, et qu'elles ont été charriées au Malzieu, à Polageac, etc., par la Truyère et ses affluents de cette époque.

Le territoire synclinal oligocène Malzieu-Saint-Flour offre, d'après M. Glangeaud, un ensemble d'événements sédimentaires, tectoniques, volcaniques et hydrologiques qui s'enchaînent et sont liés étroitement à l'histoire du Massif Central.

— *Ph. Nègris* (prés. par M Pierre Termier). **Phases glaciaires en Grèce ; leur relation avec le morcellement de l'Egéis.**

La découverte de vestiges de l'époque glaciaire en Grèce par M. Maull a permis à M. Négris de tirer des conclusions intéressantes, concernant l'époque de la disparition de l'Egéis et de la formation de la mer Egée. Il en arrive à ce résultat que la mer, lors de la submersion de l'Egéis, avait encore un niveau de 700 mètres et plus.

— *René Bourret* (prés. par M. Pierre Termier). **Les nappes dans le nord-est du Tonkin.**

Au-dessus des divers massifs autochtones du nord-est du Tonkin sont conservés des éléments tectoniquement plus élevés dont l'étude fait l'objet de cette Note. A la base, se trouve une série de schistes auxquels l'auteur donne le nom de *Schistes du Song Hiem*, et au-dessus, des lambeaux de nappes de charriage dites *Nappes du Song Gam*, lambeaux au nombre de trois, d'étendues très inégales.

— *Léon Dussault* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la géologie du Tonkin occidental.**

L'étude de la structure du Tonkin occidental révèle une symétrie que traduisaient déjà les aspects géographiques. Dans l'axe, correspondant à une dépression synclinale, dirigée Sud-Est, est conservé un vaste lambeau d'une nappe qui forme les plateaux calcaires, sous lesquels et de chaque côté desquels se rencontre une série gréso-schisteuse triasique avec de nombreuses intercalations éruptives ; c'est, au Sud-Ouest, la zone du Nam Sam, ou Nord-Est celle du Sa Phin ; l'une et l'autre ont glissé sur un substratum profond, cristallin, qui, au Nord-Est, se relie avec les gneiss du Fleuve Rouge.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Robert Stumper* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Nouvelles observations sur le venin des fourmis.**

La présence d'acide formique est constante chez les *Camponotinæ*. Cet acide n'est pratiquement pas secrété par les *Myrmicinæ* et les *Dolichoderinæ*. L'action toxique du venin des *Camponotinæ* est due à l'acide formique, et il y a lieu de distinguer à la fois une action corrosive et une action toxique proprement dite.

Comme les *Camponotinæ* présentent un organe vénénifique à dard rudimentaire et à glandes bien développées, on est en droit de dire que la sécrétion d'acide formique n'est faite que par ce type d'appareil venimeux.

PHYSIOLOGIE. — *Doyon* (prés. par M. Ch. Richet). **Incoagulabilité du sang circulant provoquée chez la grenouille par les injections d'acides nucléiques. Durée de la phase. Comparaison avec divers anticoagulants.**

L'injection d'une seule et faible dose d'acide nucléique provoque, chez la grenouille, l'incoagulabilité du sang circulant pendant plusieurs jours. L'acide nucléique n'est pas toxique ou du moins a une toxicité très faible. Son activité sur le sang circulant de la grenouille est plus sûre et plus complète que celle de l'oxalate de potasse, du fluorure de sodium, du citrate de soude. En réalité, seules les injections d'acides nucléiques sont réellement efficaces.

ANATOMIE. — *A. A. Mendes-Corrêa.* **De l'asymétrie du squelette des membres supérieurs.**

Sauf dans quelques rares éléments métriques, tels que l'indice de la diaphyse radiale, l'auteur n'a pas trouvé de différences concluantes entre les deux côtés. Ses séries lui permettront peut-être de remarquer une supériorité sensible de la clavicule et de la largeur scapulaire à gauche, et, tout en accordant, pour la plupart des mesures et des indices, une supériorité plus fréquente du côté droit sur le gauche, elles lui permettent aussi de ne pas se conformer aux conclusions si catégoriques de Rollet et d'autres auteurs.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Alezais* et *Peyron* (prés. par M. Quénu). **Sur l'histogenèse et l'origine des chordomes.**

Les observations des auteurs sur les chordomes ont permis de retrouver dans les tumeurs les stades classiques de l'évolution de l'ébauche chordale, d'abord creuse (canal chordal), ensuite pleine, mais encore indifférenciée, et enfin adaptée à un rôle de soutien (apparition des vacuoles et des fibrilles).

Il semble acquis, en particulier par l'absence des chordomes sur le trajet dorso-lombaire de la colonne vertébrale, que les tumeurs proviennent beaucoup moins des disques que des vestiges chordaux spéciaux persistant au niveau des segments occipital et coccygien.

MÉDECINE. — *E. Burnet* (prés. par M. Roux). **Sur un nouveau procédé de diagnostic de la fièvre méditerranéenne.**

Les procédés de diagnostic actuellement employés sont l'hémoculture et la séro-réaction ; ce sont là des procédés qui ne sont applicables qu'au laboratoire. L'auteur propose un procédé qui peut être utilisé par tout médecin dans sa clientèle : l'intradermo-réaction faite avec une goutte de filtrat d'une culture en bouillon de *Micrococcus melitensis*.

Chez l'homme atteint de fièvre méditerranéenne, la réaction positive apparaît, dès la septième heure après l'inoculation du filtrat, sous l'aspect d'un œdème local, accompagné de rougeur, et même d'une légère douleur.

EPIDÉMIOLOGIE. — *Marcel Léger* et *A. Baury* (prés. par M. F. Mesnil). **La Musaraigne, *Crocidura Stampflii* et la peste au Sénégal.**

Les Musaraignes, *Crocidura murina* pour l'Indo-Chine, *Crocidura Stampflii* pour le Sénégal, deviennent facilement des porteurs chroniques de virus, et, par leurs puces (*Xenopsylla cheopis*) nombreuses, contaminent, sans conteste, d'une part l'Homme, créant dans certains cas de petites épidémies de cases, d'autre part les Muridés, qui disséminent la maladie. Leur destruction doit donc être poursuivie systématiquement, avec la même vigueur que celle des Rats.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de physique générale, par H. Ollivier, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg. Tome I. (*Unités C. G. S. et M. T. S., Gravitation, Electricité et Magnétisme, Ions et Electrons, Symétries*). 2e édition, entièrement refondue. In-8° de 750 pages avec 406 figures. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

L'éloge dès cours de physique générale de M. Ollivier n'est plus à faire ; ce travail dénote chez son auteur, une connaissance approfondie de la physique, un sens critique aiguisé et un réel talent d'exposition. Les candidats à la licence ou à l'agrégation qui étudieront la physique dans ce cours y puiseront une connaissance précise de l'état actuel de cette science ; ils pourront y apprendre également, pour peu qu'ils le méditent, l'art d'exprimer le maximum d'idées et de faits avec le minimum de mots.

Cet ouvrage, explique l'auteur, est la reproduction de leçons professées, les unes à la Faculté des Sciences de Lille, les autres à celle de Strasbourg, en vue du certificat d'études supérieures de physique générale, du diplôme d'ingénieur électricien et de l'agrégation des sciences physiques. Les trois tomes dont il se compose correspondent à trois enseignements menés de front ; ils ne sont pas la suite les uns des autres et ils peuvent être lus séparément.

L'ouvrage débute par une introduction consacrée aux grandeurs mesurables et non mesurables et aux unités. Il envisage successivement : l'attraction universelle et la gravitation ; l'électrostatique ; l'électron et les ions. C'est comme on le voit un cours complet d'électricité. Les travaux les plus récents y sont mentionnés en ce qu'ils ont d'essentiel, et les questions relatives à ce qu'on appelle la vieille physique sont exposées d'une manière souvent originale, toujours claire et précise.

Rappelons que la première édition de cet ouvrage a été honorée d'une distinction par l'Académie des Sciences. La seconde édition, que nous signalons à nos lecteurs, a été entièrement remaniée et mise au courant. Elle trouvera, nous n'en doutons pas, auprès des professeurs et des étudiants, le même accueil que la première. A. Boutaric.

L'Industrie électrique, par Charles Proteus Steinmetz, A. M., Ph. D., traduit de l'anglais par Benjamin Giraud, Ingénieur E. S. E. In-8° de 196 pages, avec 50 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Cet ouvrage, traduit de la cinquième édition américaine, traite de la production, du contrôle, de la transmission, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie électrique. Les systèmes électriques mis en œuvre et les appareils correspondants y sont étudiés avec un certain développement. Mais on insiste principalement sur les idées générales qui ont permis de réaliser les progrès considérables de ces dernières années. Les savants, les ingénieurs et les particuliers liront, avec intérêt et profit, cet exposé de principes généraux ayant servi de guides aux perfectionnements apportés dans l'Industrie électrique ; ils y trouveront la relation des améliorations déjà réalisées, de celles qu'il y a lieu d'espérer et enfin une étude approfondie des conditions à satisfaire dans une exploitation, pour obtenir le meilleur rendement. R. D.

Le Japon, par M. Emile Hovelaque, Inspecteur général de l'Instruciton publique. In-16 de 344 pages. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Ce nouvel ouvrage de M. Hovelaque fait suite à celui qu'il a publié sur la Chine, dans la même collection, et nous y retrouvons les mêmes qualités au point de vue de l'érudition, de l'observation et de l'esprit critique.

Parler de la Chine était une tâche ardue, mais parler du Japon, sujet cependant bien séduisant, était une tâche ingrate parce qu'on a trop écrit sur ce pays dont l'âme est presque inaccessible à notre mentalité d'occidentaux.

M. Holevaque donne la note juste lorsqu'il dit : « Son unité et sa simplicité apparentes sont trompeuses ; le Japon ne se laisse pas plus facilement comprendre que l'Inde ou la Chine : son essence est même d'espèce encore plus subtile et plus évasive. »

Parmi les écrivains qui ont cherché à nous faire connaître le Japon, Pierre Loti est peut-être celui qui a été le plus lu. Mais quel est donc le Japon qu'il nous a montré : « Je le trouve, dit-il, petit, vieillot, à bout de souffle et de sève. J'ai conscience de son antiquité antédiluvienne, de sa momification de tant de siècles qui vont bientôt finir dans le grotesque et la bouffonnerie pitoyable, au contact des nouveautés d'Occident. » On sait comment les japonais ont répondu dans les multiples domaines de la politique, de la guerre, de la science, de l'industrie. Là où l'Occident croyait trouver des bouffons, il a trouvé des géants.

M. Holevaque a vu le Japon tout autrement : « Dès qu'on arrive, dit-il, ce sortilège opère sur toute âme sensible au charme, à la finesse, à la grâce. Il semble que s'ouvre devant les yeux ravis une terre de féerie où enfin l'harmonie est réalisée, où tout est ordre et beauté, où le bonheur délicat est épars dans l'air léger. Quiconque a vu le Japon ne peut oublier l'enchantement de ces premières heures divines de douceur et de joie fine. »

Dès son arrivée à Nagasaki, le charme le saisit : «... et une fois dans les rues de l'étrange ville fantasque où les étranges caractères chinois partout inscrits semblaient des incantations, je ne me lassais pas de regarder cette fine humanité brune, si courtoise, si décente, si douce ».

En réalité il y a deux Japon : celui de l'antique civilisation orientale et celui de la jeune civilisation occidentale.

M. Hovelaque a vu les deux et les a compris comme peu d'écrivains, peut-être, ne les avaient compris avant lui.

Ce mélange de deux civilisations si distinctes l'une de l'autre, M. Hovelaque l'a étudié et il peut conclure que là réside la véritable source de la force du Japon : il y a eu pénétration intime des méthodes modernes, indispensables à l'essor du pays, et des habitudes, des vertus, des aspirations ancestrales.

Et dans des pages exquises, parfois émouvantes, l'auteur nous montre un Japon réel, bien éloigné du Japon factice que nous connaissions. Il n'a pas vu le

(1) Voir *Revue Scientifique*, année 1920, page 606.

Japon momifié dont on nous a parlé, mais il a vu « un peuple tout entier se rendant en pélerinage aux sites célèbres, s'en allant au printemps contempler sans fin les fleurs de cerisiers, les azalées, les iris, les glycines, le flamboiement des érables ; en hiver la neige ; et toujours toute la succession des féeries que chaque saison apporte ». Mais ce peuple qui a une âme de poète s'est révélé tout d'un coup à l'univers stupéfié comme un peuple surprenant d'activité, d'intelligence et de patriotisme, comme un peuple non pas momifié, mais jeune et vigoureux, imbu d'idées ultra modernes et prêt à précéder toutes les nations du monde dans la voie de la civilisation et du progrès.

Après son esquisse de la civilisation japonaise, M. Hovelaque retrace toute l'Histoire du Japon : ses origines, ses mythes, ses légendes, ses religions, ses institutions, ses empereurs. Il décrit l'art japonais, analyse son esthétique et son harmonie.

Examinant les différentes phases de l'évolution du Japon, l'auteur est ainsi amené à traiter la très importante question de son expansion : il montre comment « il est condamné à l'effort incessant et à l'expansion par deux fatalités, l'une politique, l'autre économique ». L'étude très serrée qu'il fait du développement intérieur, de l'expansion militaire et de l'expansion pacifique du Japon le conduit logiquement à cette conclusion : « Ainsi, au moment culminant de sa puissance et par l'effet même de ses réussites, le Japon semble courir de plus grands dangers qu'à aucun moment de sa longue histoire ».

Si d'un côté il court en effet le risque de voir, un jour, se coaliser tous les Blancs, il lui est impossible d'autre part d'abandonner ses ambitions sous peine « de tomber au rang d'une race inférieure et, avec son orgueil et sa force, son essor vital sera brisé ».

Mais en nous laissant entrevoir un avenir si sombre pour le Japon, M. Hovelaque ne croit-il pas que ses prévisions pourront être profondément modifiées lorsque la Chine aura reçu de l'Occident, qui l'appelle à lui, les méthodes modernes. Peut-on prévoir ce qui résultera du choc des Blancs et des Jaunes, s'il se produit quelque jour, lorsque ceux-ci auront puisé dans nos Universités et dans nos grandes Ecoles nos principes politiques, militaires, industriels et commerciaux, lorsque nous aurons infusé notre science à ces peuples intelligents, travailleurs et ambitieux.

L. Franchet.

Eléments de Biologie générale, par Etienne Rabaud, professeur de Biologie expérimentale à la Faculté des Sciences de Paris. In-8° de 440 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Dans ce livre, l'auteur « essaye de dresser un tableau d'ensemble des phénomènes biologiques, de montrer comment ils se relient les uns aux autres, comment tout se tient dans un organisme, du détail de sa forme aux particularités du fonctionnement de ses organes et aux diverses manifestations de son comportement ». Il ne se fait d'ailleurs aucune illusion au sujet des difficultés considérables que l'exécution d'une pareille tâche comporte. Mais, dit-il, il ne s'agit que de tracer une première ébauche, l'analyse, qu'il est possible de faire actuellement des principaux phénomènes vitaux, ne pouvant aboutir le plus souvent qu'à faire connaître un plan de recherches à entreprendre plutôt qu'une solution définitive des questions envisagées.

Après un aperçu général sur le domaine et la méthode de la Biologie générale, M. Rabaud aborde, dans un premier chapitre, les questions essentielles qui concernent la matière vivante : sa constitution physicochimique, les propriétés des substances colloïdales, la structure de la cellule, la nature et l'origine du protoplasma, l'importance respective du corps cellulaire et du noyau, les échanges qui se produisent entre la cellule et le milieu ambiant, les phénomènes connus sous les noms de tropismes et de tactismes.

Il étudie ensuite la formation des organismes pluricellulaires, leur accroissement et leur reproduction, ainsi que les phénomènes relatifs à la nature et à l'origine de la sexualité. Puis il passe aux faits se rapportant à l'adaptation, à la variabilité des organismes et à l'hérédité. L'idée d'espèce fait l'objet d'un chapitre spécial ; l'auteur y montre que l'on ne peut « enfermer l'espèce dans une définition précise, établir objectivement l'existence d'une unité élémentaire constante et nettement caractérisée ». Entre les êtres vivants il y a des différences d'ordre constitutionnel, dont l'importance peut d'ailleurs être très variable suivant les cas que l'on considère. Il n'y a en réalité que des individus, les autres catégories que nous distinguons, espèces, genres, etc., n'étant établies qu'en raison de la commodité que la classification offre à de nombreux points de vue.

Dans les derniers chapitres, M. Rabaud s'occupe de l'activité des organismes, de leur répartition géographique, de la persistance et de la disparition des espèces et enfin de l'évolution des êtres vivants. Il montre que la forme d'un être vivant traduit simplement l'interaction de cet être et du milieu où il vit. Cette forme varie quand le système d'échanges qui se produit entre eux varie lui-même. Mais le changement qui se produit ne représente pas nécessairement ni un progrès ni une régression. La sélection se borne à supprimer le pire. Et l'évolution porte sur le comportement aussi bien que sur le système anatomo-physiologique.

Il est permis de dire que l'ouvrage de M. Rabaud touche à de grands et nombreux problèmes biologiques dont la plupart sont encore bien loin d'être complètement élucidés. Mais tous les Naturalistes s'accorderont sans aucun doute pour reconnaître sa valeur et son opportunité.

A. Lécaillon
Professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Toulouse.

L'origine et l'évolution de la vie, par Henry Fairfield Osborn. Edition française avec préface et notes par Félix Sartiaux. In-8° de 304 pages, avec 126 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Les recherches sur l'origine et l'évolution de la vie se multiplient chaque jour davantage par des voies diverses : la physique et la chimie terrestres, la paléontologie, la morphologie, l'embryologie, la physiologie et la biochimie. Nombreux sont les ouvrages scientifiques ou philosophiques qui ont traité le problème soit en se basant sur les doctrines matérialistes, soit en s'appuyant sur les hypothèses métaphysiques de M. Bergson ou de ses disciples ; cependant, M. Osborn, l'un des premiers, a essayé, en s'appuyant sur des faits bien définis appartenant à la chimie, à la biologie ou à la préhistoire de tenter, dans le cadre d'une science positive, la synthèse de disciplines intellectuelles aussi diverses. Il a pu ainsi apporter au problème des origines de la vie une lumière nouvelle parce

qu'il possède les idées générales et les connaissances particulières nécessaires à un tel travail : il est en effet géologue, paléontologiste, préhistorien et biologiste.

L'ouvrage qu'il nous présente aujourd'hui mesure l'étape parcourue, depuis un quart de siècle, par les sciences relatives à la vie, qui, de la morphologie descriptive, sont passées dans le domaine de la physico-chimie qu'elles engloberont sans doute un jour, après lui avoir emprunté une partie de ses méthodes, comme la physique tend déjà à englober la mécanique et la chimie.

La première partie du volume est consacrée à ce que nous savons de la transformation de l'énergie dans les phases les plus simples et les plus élémentaires de la vie.

La deuxième partie traite de l'évolution de la matière et de la forme dans les plantes et les animaux en l'interprétant, autant que possible, en termes d'énergie et de mécanique.

L'ouvrage se recommande par l'ampleur de ses conceptions, par la quantité des connaissances mises en œuvre et par les perspectives qu'il ouvre.

La traduction a été faite sur un texte revu spécialement par l'auteur et par le traducteur, en vue de l'édition française, afin d'y apporter plus de précisions et d'allègements dans les parties physico-chimiques. La blibliographie presqu'uniquement de langue anglaise a été complétée par une bibliographie française ; enfin des notes ont été ajoutées pour préciser le sens du texte que vient compléter une abondante illustration.

L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

P. Lorquet. — L'Art et l'Histoire. In-16 de 302 p. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

J. Chautard. — Les gisements de pétrole. In-16 de 350 pages avec 42 figures. (*Encyclopédie scientifique*). Douin, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

A. Kling. — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris et documents sur les matières relatives à l'alimentation. T. IV. Produits végétaux et dérivés. In-8° de 464 pages avec figure. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 39 fr.

Marcel Boll. — Attardés et précurseurs. Propos objectifs sur la métaphysique et sur la philosophie de ce temps et de ce pays. In-16 de 280 pages. Chiron, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Sir J.-J. Thomson. — Electricité et matière. Trad. de l'anglais par Solovine. In-12 de 132 pages avec 19 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs 50.

Gossot et Liouville. — Traité de balistique intérieure. In-8° de 464 pages. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Argus de la Presse. — Nomenclature des journaux et revues de langue française paraissant dans le monde entier. In-12 de 432 pages. Bureaux de l'Argus, 37, rue Bergère, Paris.

Dr J. Lewkowitsch et H. Warburton. — Chemical technology and analysis of oils fats and waxes, t. I. In-8° de 682 pages avec figures. Macmillan, éditeur, London.

Marcel Prenant. — Recherches sur le parenchyme des plathelminthes. Essai d'histologie comparée. In-8° de 180 pages avec 11 fig. et 8 pl. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

Dr Achard. — L'encéphalite léthargique. In-8° de 324 pages avec 15 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

Austett. — Cours d'analyse et essai des matériaux de construction. In-8° de 233 pages. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Aldebert. — La situation pétrolifère actuelle au Caucase. In-8° de 42 pages. Béranger, éditeur, Paris et Liége. — Prix : 4 francs.

Apostol et Michelson. — La lutte pour le pétrole et la Russie. In-8° de 217 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

J. Vilbois. — La nouvelle éducation française. In-16 de 217 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Paul Razous. — Les scieries et les machines à bois. 3e édition. In-8° de 339 pages avec 151 figures. Dunod, éditeur. Paris. — Prix : 30 francs.

H. Andoyer. — L'œuvre scientifique de Laplace. In-16 de 162 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs

E. M. Lemeray. — L'éther actuel et ses précurseurs. In-16 de 141 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Ch. E. Guye. — L'évolution physico-chimique. La relativité d'Einstein dans la classification des sciences L'évolution physico-chimique et les probabilités. Le principe de Carnot envisagé dans les organismes vivants. In-8° de 115 pages avec figures. Chiron, éditeur. Paris. — Prix : 5 francs.

Leonida Tonelli. — Fondamenti di calcolo delle variazoni, t. I. In-8° de 446 pages. Zanichelli, éditeur. Bologne. — Prix : 55 lire.

Paul Lemoine. — Traité pratique de géologie (d'après James Geikie : Structural and field geology), 2e édition. In-8° de 542 pages avec 215 figures et 60 pl. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 40 francs.

V. Petit. — Guide du sondeur au pétrole. Géologie appliquée. 2e édition. In-8° de 270 pages avec planches. Béranger, éditeur, Paris, et De Boeck, éditeur, Bruxelles.

W. Lewis. — Traité de Chimie physique, t. III. Théories modernes. Théorie des Quanta. Traduit par Vigneron. In-8° de 188 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

P. Buchner. — Tier und Pflauze in intraz cellularer symbolisa. In-8° de 465 pages avec 103 figures et 2 planches. Borntrâger, éditeur, Berlin. — Prix : 57 francs.

Dr Conteneau. — La civilisation assyro-babylonienne. In-16 de 143 pages avec 30 figures. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 5 — 60e ANNÉE — 11 MARS 1922

SUR LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL [1]

La télégraphie sans fil attire aujourd'hui l'attention et la curiosité de tous, et l'intérêt qui s'attache à elle est encore augmenté par le côté mystérieux des moyens nouveaux qu'elle emploie. Pendant la guerre, elle a rendu des services inestimables à la défense nationale, et elle prend peu à peu, dans les travaux de la paix, une importance au moins égale.

Aussi, très justement, l'Institut a décerné cette année sa plus haute récompense au général Ferrié, qui est le principal organisateur de la télégraphie sans fil dans notre pays.

Ayant eu à faire le rapport sur le prix décerné, j'ai été prié de vous en présenter les grandes lignes et de vous exposer brièvement les caractères très particuliers, les progrès et l'état actuel de la télégraphie nouvelle.

La question vaut en effet la peine qu'on s'y arrête ; on a pu dire que la télégraphie sans fil était une merveille, au milieu de tant d'autres belles applications de la science moderne.

En premier lieu elle offre une propriété qui est capitale ; elle envoie son message dans toutes les directions autour du centre d'émission et à toutes les distances dans les limites de sa portée qui est très grande ; elle est, comme on dit, rayonnante, d'où le nom de radiotélégraphie qui lui est souvent donné. En cela, elle se distingue nettement de la télégraphie ordinaire ou avec fil qui communique seulement avec une seconde station, à l'autre extrémité du fil. Or, actuellement, les grandes stations françaises de télégraphie sans fil sont les plus puissantes du monde entier, et elles peuvent communiquer avec le point le plus éloigné de la terre qui est l'antipode ; leurs ondes contournent la terre sur une longueur totale de 20.000 kilomètres. L'opérateur français de T.S.F. (cette abréviation est aujourd'hui dans le langage courant), émet ainsi un signal, en général un signal Morse, qui, avec les progrès récents, est perceptible sur tous les points de la terre ; bien plus, il peut faire entendre sa propre voix à plusieurs centaines de kilomètres : car les mêmes appareils assurent aussi, quoique avec une portée moindre, la téléphonie sans fil. Tel est le résultat actuel, évidemment magnifique ; il ouvre une ère nouvelle pour les relations entre les hommes.

Les premiers essais de télégraphie sans fil ont été faits en 1895, par Marconi ; l'organe d'émission, appelé antenne, était un conducteur métallique, long et vertical, porté par un mât d'une grande longueur et relié près du sol à un appareil qui produit des étincelles électriques. Lorsque l'étincelle jaillit, l'antenne est le siège de vibrations électriques, et elle émet des ondes d'un type nouveau, des ondes électriques, qui se propagent dans tous les sens et même avec une vitesse énorme, égale à la vitesse de la lumière. Ces ondes électri-

(1) Lu dans la séance publique annuelle des Cinq Académies, du mardi 25 octobre 1921.

ques avaient été découvertes sept ans auparavant, en 1888, par le physicien allemand Herz : elles n'agissent pas sur notre organisme et sur nos sens ; et c'est la raison pour laquelle on les a ignorées si longtemps. Il a fallu trouver le moyen de les déceler et aussi de les enregistrer, même lorsqu'elles sont affaiblies par la distance. La difficulté, aujourd'hui pleinement résolue, a été très grande ; et je dois rappeler que le premier appareil de réception sensible, le cohéreur, le seul employé dans les premières années, est dû à notre confrère, M. Branly, dont la contribution au succès est de première importance.

Notons en outre que la foudre, étant, comme on sait, une étincelle électrique, émet aussi des ondes électriques, bien distinctes d'ailleurs du bruit spécial qui est le tonnerre. Les ondes de la foudre impressionnent les organes récepteurs de T. S. F. ; en général on les distingue aisément des ondes que nous produisons nous-mêmes ; mais parfois, le trouble apporté est notable. Les anciens avaient bien pressenti ce que la foudre a de particulier, et ils l'avaient placée entre les mains de Jupiter, le père des dieux. Nos modernes électriciens, qui la produisent à volonté, auraient été divinisés dans la société antique ou, tout au moins, comblés d'honneurs.

Ces ondes nouvelles traversent aisément les murs de pierre et de bois ; elles se croisent en ce moment nombreuses dans cette salle ; car les stations radiotélégraphiques se multiplient et sont continuellement en action. Les ondes passent invisibles et muettes ; ce qui est à certains égards un avantage ; elles remplissent leur mission sans déranger personne.

Les premiers essais ont eu lieu surtout sur des navires qui étaient ainsi reliés les uns aux autres et à la terre de la façon la plus heureuse. La commmunication est assurée pendant la brume, malgré l'interposition de collines, et, pour des raisons encore mal connues, plus aisément la nuit que le jour. Les modes de liaison employés jusqu'alors sur mer sont rapidement dépassés. En 1899, quatre ans après le premier essai, on parvient à réunir Douvres et Boulogne ; la distance franchie est de 46 kilomètres, et elle est déjà supérieure à la portée atteinte par la cloche de nos villages.

La comparaison avec la cloche est en effet naturelle ; la cloche, très répandue, est, elle aussi, une source rayonnante qui envoie ses ondes, non plus électriques, mais sonores, dans toutes les directions ; jusqu'à ces dernières années, elle a été le moyen le plus sûr et le plus rapide de transmettre un même signal à tous les habitants d'une ou plusieurs communes. L'appareil récepteur est tout trouvé : c'est l'oreille humaine très sensible. Citons aussi pour mémoire le muezzin qui, du haut du minaret, parle aux fidèles. Cette solution est celle des premiers âges ; l'homme se sert simplement des moyens à lui fournis par la nature ; il est à la fois émetteur et récepteur, pour parler le langage des télégraphistes.

La substitution de la cloche à la voix humaine marque un progrès très notable ; car la portée est plus que décuplée. D'ailleurs la cloche nous tient au cœur pour d'autres raisons qui sont profondes ; sa diffusion dans le monde chrétien au moyen âge a été à tous égards un bienfait ; et, de même qu'aujourd'hui pour la télégraphie sans fil, nombreuses ont été alors les recherches pour son amélioration. Les fondeurs ont rivalisé de zèle pour la faire plus grande et de son plus pur. Le moyen-âge a élevé les cathédrales qui sont peut-être les œuvres les plus belles sorties de la main des hommes ; il a produit aussi des cloches et des vitraux qui n'ont pas été dépassés. Malgré les progrès actuels de l'industrie, les cloches faites de nos jours sont en général inférieures à celles d'autrefois.

On peut aussi rapprocher de l'antenne télégraphique les grands feux signaux allumés sur les points élevés, et les phares à feu fixe, qui émettent d'autres ondes distinctes des deux précédentes. Après les travaux de Fresnel, au siècle dernier, les phares lumineux ont été grandement améliorés, et ils approchent de la perfection. Mais, avec la cloche et le phare, les portées atteintes sont seulement de quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres, alors qu'avec la télégraphie sans fil, les kilomètres se comptent par milliers. Quelles sont donc les causes de cette supériorité vraiment écrasante ?

Si on compare tout d'abord à la cloche, la supériorité de l'antenne tient, pour une très large part, à la nature même des ondes émises. Les ondes électriques ne se propagent pas dans la matière ordinaire comme le son; elles se propagent dans un milieu tout autre, beaucoup plus subtil et d'essence vraiment supérieure, dans le milieu appelé éther, qui transmet la lumière, qui remplit le vide interplanétaire et pénètre en même temps tous les corps. Les ondes électriques s'y meuvent avec la vitesse de la lumière, un million de fois plus grande

que la vitesse du son, et 1/15 de seconde leur suffit pour atteindre l'antipode.

De plus les vibrations qui les produisent, sont beaucoup plus souples et rapides que celles du son; alors que la cloche n'émet qu'une note, toujours la même, l'antenne radio-télégraphique passe aisément d'une vibration à une autre très différente; elle se prête facilement aux interruptions et émissions brusques, aux variations d'intensité, et surtout à l'emploi de grandes puissances dans l'émission.

Comparons maintenant au phare lumineux. Les différences semblent a priori moindres; car les ondes lumineuses et électriques se propagent dans l'éther et avec la même vitesse; leur principale différence est dans la fréquence et le nombre des vibrations est beaucoup plus grand avec la lumière. Mais cette fréquence plus grande entraîne une conséquence fâcheuse: les ondes lumineuses se meuvent en ligne droite, et ne contournent pas les obstacles, comme le font si bien et si utilement les ondes sonores et électriques. En fait la portée des phares avec un ciel clair est limitée non par la puissance du foyer lumineux, mais par la rotondité de la terre; elle est forcément restreinte.

En résumé, la télégraphie sans fil réunit en elle les qualités principales du son et de la lumière; et elle a en plus d'autres avantages qui lui sont particuliers; elle concentre aisément des énergies très fortes dans un même signal; et, après avoir manqué si longtemps de récepteurs, elle en a maintenant qui sont très sensibles, et même relativement plus sensibles que l'oreille et la rétine humaines.

Il reste à situer exactement la télégraphie sans fil dans le monde de l'éther, qui est pour nous un nouveau monde; car il y a cent ans ou même soixante ans, nous ne connaissions qu'une infime partie des ondes qu'il peut transmettre. Actuellement les vibrations et ondes de l'éther, bien reconnues et classées, forment environ 50 octaves. Le champ d'études est déjà beaucoup plus étendu que pour les sons perceptibles à l'oreille, qui forment au plus 10 octaves, réduites à 7 dans les instruments de musique. Ces 50 octaves sont réparties en trois groupes principaux, qui sont : le groupe de la radiotélégraphie, le groupe rattaché à la lumière et le groupe des rayons X. On les range en général par ordre de fréquence, comme dans un grand piano. A gauche, du côté des basses fréquences et des sons graves, sont les ondes de la télégraphie sans fil, qui assurent les communications terestres à grande distance. Au centre on a l'octave lumineuse et les octaves voisines qui apportent chaleur et lumière, qui nous font connaître l'horizon du lieu, le soleil et les étoiles, qui impressionnent les plaques photographiques et servent à épurer les eaux. Enfin, à droite du côté des hautes fréquences et des sons aigus, sont les rayons X, qui ont des propriétés électriques remarquables, qui nous dévoilent les replis les plus cachés des corps vivants et la structure intime des atomes. A noter aussi que sur ces 50 octaves, une seule, placée à peu près au milieu, est perçue directement par un de nos sens; c'est l'octave qui contient les rayons lumineux du rouge au violet. Toutes les autres au-dessous et au-dessus ont été découvertes et étudiées dans le laboratoire par les moyens les plus divers.

Ces nombreuses octaves, riches en propriétés nouvelles et utiles, forment un ensemble impressionnant. Malgré la très grande diversité des apparences, de la télégraphie sans fil aux rayons X, elles ont la même nature intime et différent seulement par le nombre des vibrations dans une seconde. C'est une des belles conquêtes de la physique.

Je reviens aux progrès et aux applications de la télégraphie sans fil.

A partir de 1900, l'amélioration a été rapide et continue, mais elle a été importante surtout pendant la guerre pour les raisons suivantes.

Le général Ferrié a attiré en 1915 dans son laboratoire, créé déjà en 1900, de nombreux hommes de science, de nombreux ingénieurs spécialistes; et, faisant appel à leur patriotisme, il a donné à chacun une tâche bien déterminée, de manière à assurer la coordination des efforts et leur concentration vers le même but. Le succès a été complet, car là comme ailleurs, c'est l'union qui fait la force. La télégraphie sans fil française a pris ainsi la première place et la détient encore aujourd'hui.

L'amélioration a porté sur toutes les parties; on a augmenté en même temps la puissance de l'émission, la qualité des ondes émises, et surtout la sensibilité de la réception. Sur les deux derniers points, le progrès a été tel que, avec certains petits appareils, la portée atteinte a été presque centuplée.

Pour l'augmentation de la puissance, il suffira de rapprocher quelques chiffres. La grande station de la Tour Eiffel a été organisée en

1903; elle disposait alors de 3 chevaux-vapeur; mais en 1910 elle en avait 75, en 1914, 150 et 300 à la fin de la guerre. De plus, comme la Tour Eiffel pouvait être détruite par un bombardement, on a construit en 1915, à Lyon, une autre station avec 450 chevaux, et, en 1918, une station encore plus forte, à Bordeaux, avec 1500 chevaux. Enfin une quatrième station, actuellement en préparation à Sainte-Assise, près de Melun, pourra concentrer dans un même signal 2000 chevaux. La progression, comme on voit est frappante; et j'ajoute que les Américains du Nord ont en préparation une grande station centrale pour laquelle on prévoit 10.000 chevaux.

D'autre part, on a abandonné peu à peu l'étincelle électrique dont les vibrations sont inégales. Les appareils qui la remplacent donnent des ondes, toujours identiques, appelées ondes entretenues; ce qui assure de multiples avantages : la portée est plus que doublée, et le problème de la téléphonie sans fil immédiatement résolu. Récemment on a réalisé pour les ondes entretenues et au prix de grands efforts, des alternateurs à vitesse de rotation rapide, qui produisent directement jusqu'à 32000 vibrations électriques par seconde. Ces machines qui peuvent être très puissantes, s'imposent dans les grandes stations.

L'amélioration a été grande surtout dans la réception. En 1915 on a mis au point un organe récepteur très sensible appelé amplificateur à lampe ou lampe à trois électrodes. C'est une lampe à incandescence spéciale, qui, recevant une onde électrique, la renforce sans la déformer; puis l'onde agrandie est envoyée dans une seconde lampe semblable qui la renforce à son tour. On compte ainsi parfois jusqu'à dix renforcements successifs, et l'onde qui arrive imperceptible est finalement remplacée par une onde assez intense pour être entendue au téléphone. Ces lampes s'appuient sur les découvertes les plus récentes de la physique; elles utilisent les particules, appelées électrons, qui ont la masse et la charge électrique les plus faibles que l'on connaisse. On conçoit que des particules aussi ténues puissent assurer une grande sensibilité. L'emploi de ces lampes s'est beaucoup généralisé pendant la guerre, et nos usines en ont fabriqué plusieurs millions pour nous et nos alliés.

L'amplificateur à lampe permet aussi ce que l'on appelle la réception sur cadre. L'antenne est remplacée, pour la réception, par un simple cadre, mobile autour d'un axe vertical; le cadre perçoit les ondes qui arrivent et, de plus, détermine leur direction, d'après la méthode indiquée par notre confrère M. Blondel. Avec deux de ces cadres, suffisamment éloignés, on a la position sur la carte de la station qui émet. (1)

Chose curieuse, cette même lampe sert aussi pour l'émission des ondes, et pour bien d'autres applications ; on a pu dire qu'elle était la lampe merveilleuse des mille et une nuits. Avec elle on a établi de petits postes de T.S.F. à la fois émetteurs et récepteurs, légers et de bonne portée, qui ont été construits par milliers, employés sur tous les points du front, sur les avions et les sous-marins, qui ont été adoptés par nos alliés, et que nos ennemis, à la fin de la guerre, commençaient à copier.

Enfin on a pu éviter la confusion entre les ondes d'origines très diverses, qui arrivent simultanément, et recevoir seulement le message ou les messages qui intéressent.

Avec tous ces perfectionnements techniques, les applications de la télégraphie sans fil sont devenues de plus en plus nombreuses.

Pendant la durée entière des hostilités, les grandes stations françaises ont assuré en permanence la communication avec nos alliés de l'Est, Russes, Serbes et Roumains. Aux armées, des postes de T.S.F., moins puissants, mais mobiles, ont relié tous les échelons du commandement, depuis le Grand Quartier Général jusqu'au bataillon et à la batterie. La même liaison était réalisée souvent aussi par la téléphonie ordinaire avec fil, qui a ses avantages. Mais, en 1918, lorsque la guerre en rase campagne a recommencé, la télégraphie nouvelle s'est montré nettement supérieure; car elle n'a pas de fils à poser. Chaque division disposait de plusieurs postes de T.S.F. échelonnés en profondeur, à partir de la première ligne, qui se relayaient et se remplaçaient avec souplesse, en se pliant à toutes les péripéties du combat. La télégraphie sans fil convient seule à la guerre de mouvements.

Les postes divisionnaires français déterminaient aussi la position des postes similaires ennemis par la méthode du cadre, indiquée ci-dessus, que nous avons appliquée les premiers sur le front; et comme le poste allemand avait souvent ses particularités, il a été parfois possible de reconnaître les déplacements de la divi-

(1) De même on a la position de la station où est le cadre, si on détermine avec lui la direction de deux stations de T. S. F. connues. Cette méthode est employée par les navires et les avions pour faire le point.

sion ennemie par les déplacements de ses postes de T.S.F. Je cite ce fait au milieu de beaucoup d'autres qui sont à relever.

Après la guerre, la télégraphie sans fil a continué sa marche ascendante, mais en portant son effort, au moins en partie, dans d'autres directions.

On construit en ce moment de grands postes en France et dans les cinq principales colonies. Notre pays doit assurer en tout temps les communications avec ses possessions lointaines ou le monde entier, et être indépendant des câbles sous-marins qui, la plupart, sont étrangers.

En même temps, les stations anciennes et nouvelles s'organisent pour une exploitation commerciale. Le nombre des mots transmis par minute a été augmenté de façon notable, et on travaille pour l'augmenter encore.

De plus la télégraphie sans fil remplit chaque jour la mission qui lui est propre; elle répand dans toutes les directions la bonne parole et le bon signal. Depuis 1910, elle envoie, deux fois au moins par jour, l'heure internationale, qui permet à chacun de régler sa montre, qui surtout permet, au marin et à l'explorateur, de déterminer leur longitude, avec aisance et précision. Journellement aussi elle transmet plusieurs dépêches météorologiques qui donnent l'état général de l'atmosphère. Mais elle doit faire plus encore et étudier elle-même l'atmosphère par ses propres moyens. Les récepteurs enregistrent tous les troubles électriques de l'atmosphère, encore peu étudiés et mal connus; on a déjà pu prévoir ainsi des orages et déterminer leur direction.

Pour toutes ces raisons, les stations de télégraphie sans fil se multiplient sur la terre entière, et avec les tendances générales suivantes. Les postes d'émission sont construits de plus en plus puissants; car alors les messages souffrent moins des troubles atmosphériques. La station de Sainte-Assise, près de Melun, de beaucoup la plus importante du globe, offre pour supporter l'antenne 17 pylones hauts de 250 mètres, qui occupent une surface de 120 hectares. Vue de loin, elle laisse une impression à la fois de force et de légèreté.

D'autre part, avec les nouvelles lampes, l'appareil récepteur est de plus en plus petit. Actuellement un simple cadre de 30 centimètres de côté, non relié à une antenne ou à la terre, suffit pour recevoir les dépêches des grandes stations américaines. Peu encombrant et peu coûteux, ce cadre peut être placé sur le bureau de travail, à côté du téléphone ordinaire. Or, il est question de transmettre à heure fixe, chaque jour, les dernières nouvelles par la téléphonie sans fil, et récemment on a pu téléphoner, à plus de 2000 kilomètres, avec l'espoir de réaliser prochainement une portée normale beaucoup plus grande. On a déjà rayonné ainsi des concerts et des conférences; et la même voix peut se faire entendre à l'Europe entière et au Nord de l'Afrique. Saluons ici, Messieurs, le lien nouveau qui s'établit entre les hommes et les peuples, et dont l'influence, actuellement faible, peut devenir un jour considérable ; et soyons fiers de la part très grande qu'a eue notre pays à ce magnifique résultat.

Permettez-moi, en terminant d'ajouter quelques réflexions d'ordre moins technique.

L'organisme humain sait produire et percevoir les ondes sonores, mais non les ondes électriques de la radiotélégraphie. Evidemment la nature est allée pour nous au plus pressé; dans notre ambiance ordinaire, les sons, les bruits, les chocs, sont beaucoup plus fréquents que les décharges électriques. Mais la nature, comme le remarque si justement Fontenelle, offre une infinie diversité dans ses ouvrages; elle a tout essayé, et elle nous montre, sur cette terre, quelques êtres qui ont évolué, peut-on dire, du côté électrique; ce sont les poissons, tels que la raie torpille de nos côtes et le gymnote, qui produisent eux-mêmes des décharges électriques. Ils utilisent ces décharges pour leur défense et pour abattre les animaux dont ils se nourrissent : ils ont pratiqué bien avant nous l'électrocution. Ces poissons, qui émettent des ondes électriques, doivent aussi vraisemblablement les recevoir; et certains oiseaux, qui prévoient les orages, sont probablement sensibles aux mêmes ondes. On peut concevoir des êtres doués d'un cerveau aussi puissant que le nôtre et organisés pour les ondes électriques. Ils auraient les avantages énumérés ci-dessus, pour la télégraphie sans fil, et nous seraient supérieurs. Ils doivent exister dans les innombrables planètes de l'univers étoilé, dans celles qui ont un grand développement des phénomènes électriques, et le talent d'un Jules Verne ou d'un Wells peut les faire vivre sous nos yeux.

J'admets pleinement, vous le voyez, la pluralité des mondes habités. C'est la thèse, soutenue avec éclat, il y a plus de deux cents ans, par Fontenelle dans ses entretiens célèbres, qui ont conservé toute leur valeur. Fontenelle place des habitants dans la Lune qui, cependant n'a pas d'atmosphère; il admet, il est vrai, qu'ils sont

autrement bâtis que nous. Les arguments à l'appui sont aujourd'hui plus nombreux et plus forts, à cause de la connaissance plus grande que nous avons de ce monde.

Nous voyons en effet partout la vie s'adapter, se plier aux conditions, aux exigences du milieu, et même aux besoins particuliers. On a cru longtemps que la vie était absente des profondeurs de la mer : on objectait la grande pression et l'obscurité qui y règnent. Or la vie y est intense; certes, les animaux des grands fonds ne reçoivent pas la lumière du soleil; mais ils font eux-mêmes leur lumière.

Je citerai aussi l'aptitude du pigeon à retrouver sa route, aptitude qui correspond à un besoin. J'ai assisté à un lancer de pigeon, en ballon libre à 1500 mètres d'altitude. L'oiseau avait été amené dans une caisse fermée; aussitôt libéré, il a décrit rapidement deux ronds autour du ballon et s'est élancé sans hésiter dans la direction de son pigeonnier, éloigné de 400 kilomètres. Le pigeon n'a pas révélé le secret de sa méthode qui nous a échappé jusqu'ici.

De quelque côté qu'on se tourne, on est ramené à la réflexion profonde d'Hamlet :

Il y a plus de choses sur la terre et dans le ciel que dans votre philosophie.

Et, quand on avance, les limites, dans lesquelles le progrès semblait resserré, s'élargissent, sans être jamais à notre portée.

En réalité, si nous pouvons être fiers de ce que nous savons déjà, notre ignorance des lois profondes de la nature est encore très grande, et la recherche nous ménage bien d'autres étonnements, d'autant que le domaine ouvert à la science s'étend et s'étendra toujours à perte de vue et dans tous les sens. Certes, les hommes de ma génération ont été privilégiés; plus favorisés que leurs pères, ils ont vu se dérouler devant leurs yeux émerveillés une longue suite de belles découvertes. Mais l'horizon s'élargit quand on s'élève ; et nos petits-fils, à tous égards, mieux armés pour la recherche, verront des choses plus extraordinaires encore.

Henri Deslandres,
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire de Meudon.

LES TROPISMES [1]

Inaugurant, l'an dernier, l'enseignement de la Psychologie zoologique à l'Université de Paris, je devais tout d'abord, et je n'y ai pas manqué, étudier les faits réunis sous le nom de *tropismes*. Je leur ai consacré plusieurs leçons, insistant sur leur importance dans l'analyse du comportement des animaux, précisant leurs caractéristiques essentielles, recherchant leur mécanisme.

Ces connaissances une fois acquises, je comptais bien n'y plus revenir avant longtemps, sinon pour les utiliser, chaque fois que besoin serait. Mais voici que des faits nouveaux m'obligent à reprendre la question. Certes, rien n'est changé aux traits généraux des tropismes ; ils demeurent aujourd'hui ce qu'ils étaient hier, des phénomènes de direction, d'orientation, que manifestent les organismes sous l'influence de divers excitants ; ils conservent le caractère impératif que nous leur avons reconnu. Le Papillon qui vient vers la lampe sous l'influence de la lumière, ou vers une fleur sous l'influence d'émanations odorantes, subit une attraction, et une attraction irrésistible ; il se précipite aussi bien dans la flamme que sur le nectar.

Les faits de cet ordre n'appellent aucune révision.

Par contre, il faut renoncer à l'explication du mécanisme que nous avions admise à la suite de J. Lœb. Vous savez en quoi consiste cette explication. Partant de la symétrie morphologique qui caractérise les êtres vivants, J. Lœb admet qu'elle implique une symétrie constitutionnelle. L'induction ne soulève aucune objection de principe ; elle est parfaitement acceptable ; mieux encore, elle s'impose. Elle s'impose pour tous les organismes, qu'ils aient une symétrie bilatérale ou une symétrie rayonnée. Par rapport aux tropismes, quel rôle jouerait cette symétrie ? Comment interviendrait-elle dans l'orientation imprimée aux organismes par les excitants extérieurs ? Tout organisme, suivant Lœb, s'orienterait de façon à recevoir des excitations symétriques et égales. Lorsqu'un rayon lumineux, par exemple, frappe latéralement un animal, celui-ci effectue un mouvement de rotation et s'arrête au moment où la lumière frappe deux points exactement symétriques de son corps.

(1) Première leçon du cours de Psychologie zoologique fait en 1921-22 à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris.

L'excitation lumineuse agirait sur des substances « photosensibles » et la réaction chimique, également symétrique, qui s'ensuivrait déterminerait la contraction de parties symétriques. Chez les animaux, ces contractions se confondraient avec le tonus musculaire normal ; et l'on pourrait alors dire que l'animal tend toujours à se placer de manière à ce que le tonus ait la même valeur pour les muscles symétriques. Si cet équilibre tonique ne pouvait être obtenu, l'animal tournerait indéfiniment sur lui-même. C'est ce qui se produit, par exemple, quand on recouvre de vernis l'un des yeux d'un Papillon : il vole en décrivant des cercles, sans jamais s'arrêter vis-à-vis de la lumière.

J. Lœb fournit un très grand nombre de faits illustrant sa théorie ; il montre des animaux ou des plantes dont l'attitude dérive nettement d'excitations symétriques.

Telle est, en bref, la théorie.

Assurément, elle explique l'attitude des organismes vis-à-vis des excitants ; elle ne l'explique cépendant pas toujours ni complètement. Diverses objections viennent à l'esprit ; Jennings, notamment, a fait remarquer que divers Crabes marchent latéralement et ne prennent jamais une position symétrique vis-à-vis des excitants. Lœb répond que la symétrie du système nerveux de ces animaux diffère sans doute de leur symétrie extérieure. La réponse, évidemment, ne paraît pas suffisante ; elle ne diminue en rien la force de l'objection. Celle-ci, néanmoins, n'a guère retenu les naturalistes ; elle porte, à leur gré, sur un cas isolé, exceptionnel, qui, noyé dans l'ensemble, ne saurait infirmer l'imposante série de tous les autres. Et pourtant, une exception de cet ordre, directement opposée à la théorie générale, semblait impliquer une révision de cette théorie.

A supposer, cependant, que l'exception fût négligeable, la théorie de Lœb n'en demeurait pas moins incomplète et ne pouvait être admise qu'à titre de première approximation. Un point important, en effet, demeure inexpliqué : parmi les organismes, les uns se tournent vers l'excitant et les autres dans la direction opposée. Or, la nécessité d'une excitation symétrique n'implique pas cette différence ; il importe peu, semble-t-il, que l'animal regarde ou non vers l'excitant s'il faut, avant tout, qu'il prenne vis-à-vis de lui une position symétrique. Et il y a plus encore ; non seulement cette différence existe, mais elle existe parfois chez le même individu suivant les circonstances. Lœb, lui-même, n'a-t-il pas montré qu'il suffit de verser quelques traces d'acide dans l'eau où vivent des Gammares pour changer le sens du phototropisme de ces Crustacés ? Le fait n'est pas isolé. Même, sans modifier le milieu, la simple répétition d'une excitation détermine un pareil changement. C'est ainsi que, soumises à l'action d'un diapason, diverses Aràignées sont d'abord attirées, puis finalement repoussées lorsque l'action se prolonge un certain temps (1). Mais, que le tropisme soit négatif ou positif, que l'animal vienne vers l'excitant ou s'en éloigne, ce sont, semble-t-il, les mêmes muscles qui entrent en jeu, qui déterminent la translation dans une direction ou dans l'autre.

Et dès lors, si l'orientation dépend effectivement d'une excitation égale et symétrique, elle est nécessaire sans être suffisante ; les faits de renversement obligent à admettre qu'à la contraction musculaire, et la dirigeant, s'ajoute un autre processus, de nature nerveuse probablement. Si, au contraire, l'orientation ne dépend pas d'excitations symétriques, les tropismes ne se confondent pas avec le tonus musculaire, ils sont un processus d'une autre nature, siégeant dans le système nerveux. Dans l'une ou l'autre alternative, nous aboutissons à la même conclusion.

Comment décider ?

Pour le savoir, j'ai entrepris une série de recherches en partant de la première hypothèse, et je me suis très rapidement rendu compte des difficultés que présentait sa vérification. Il m'a paru immédiatement plus facile de partir de la seconde hypothèse, c'est-à-dire de rechercher si l'orientation d'un organisme vis-à-vis de l'excitant était lié à une excitation symétrique.

Pour aboutir à des résultats sûrs, la condition première était de disposer d'un organisme qui permît de procéder à des expériences précises. Mon choix s'est porté sur une Araignée, l'Argiope fasciée (*Argiope bruennichi*), tout particulièrement favorable à ce genre d'essais. C'est une Araignée de grande taille, à l'abdomen jaune d'or cerclé de bandes noires ; elle tisse une toile orbiculaire, tendue perpendiculairement au sol entre les rameaux extérieurs des buissons, dans les grandes herbes le long des chemins ; elle se tient, d'une manière constante, immobile au centre de sa toile, l'axe longitudinal du corps normal au plan horizontal, le céphalothorax tourné vers le bas. Situation, position, immobilité facilitent infiniment les recherches

(1) Etienne Rabaud. Influence des vibrations mécaniques sur une Araignée (*Tetragnatha extensa*). C. R. Soc. biol. 1921.

expérimentales, et d'autant mieux que l'Araignée se prête à diverses manœuvres ; les traumatismes graves, tels que l'amputation d'un appendice, ne provoquent chez elle aucune réaction appréciable ; elle reste au centre de sa toile et c'est à peine si un léger tressaillement suit le coup de ciseaux. Par contre, sa sensibilité aux vibrations mécaniques est exquise.

En conséquence, il est très facile de placer le diapason sur le bord de la toile, de façon à exercer sur l'Araignée des excitations mécaniques parfaitement symétriques. Ces excitations ayant généralement un effet attractif, il ne servirait de rien de placer le diapason *en dessous* de l'Argiope, sur le prolongement de l'axe longitudinal du corps ; la théorie de Lœb étant donnée, il faut bien placer le diapason sur le prolongement de cet axe, mais *en dessus*, la partie du corps la plus rapprochée de l'excitant étant l'extrémité terminale de l'abdomen. Dans ces conditions, l'animal reçoit des excitations exactement symétriques ; il ne devrait donc pas bouger, puisqu'il est tout orienté ; s'il bouge, il devrait marcher à reculons vers le diapason, ou s'éloigner de lui en marchant en avant : en aucun cas il ne devrait effectuer le moindre mouvement de rotation, puisque, suivant la définition, la symétrie des excitations détermine et fixe l'attitude.

Or c'est précisément cela même qui se produit. Si exactement que soit placé le diapason sur le prolongement de l'axe longitudinal du corps de l'Araignée, *au-dessus* d'elle, celle-ci abandonne rapidement sa position, effectue une rotation de 180° et vient sur le diapason, le céphalo-thorax en avant. Aussi souvent qu'on la recommence, l'expérience donne toujours le même résultat ; quand les excitations *symétriques* s'exercent sur elle d'arrière en avant, l'Araignée prend une position *asymétrique* vis-à-vis de l'excitant et tourne vers lui son céphalo-thorax. Quand les excitations sont légèrement asymétriques, c'est-à-dire quand le diapason est placé un peu à droite ou à gauche de l'axe longitudinal, l'Araignée décrit également un demi-cercle presque complet, tandis qu'elle devrait, au gré de la théorie, rectifier simplement sa position par un faible déplacement.

Ainsi, la définition de Lœb se trouve en défaut et s'y trouve complètement. Les résultats obtenus prouvent, tout au moins, que la définition ne s'applique pas aux vibrations mécaniques ; elle est donc insuffisante.

S'appliquerait-elle, alors, à des excitations symétriques frappant le corps d'une certaine manière ? Elle semble, évidemment, s'appliquer au cas où l'excitant est placé, sur le prolongement de l'axe longitudinal, en face du céphalo-thorax. Ce n'est pourtant qu'une apparence mensongère, car l'Araignée se place dans la même position et vient directement vers le diapason, même si elle est mise dans l'impossibilité de recevoir des excitations symétriques. On le démontre aisément en amputant aux Argiopes deux pattes d'un même côté. Ainsi mutilées, ces Araignées ont, d'un côté, un appareil complet sensible aux vibrations mécaniques et, de l'autre, un demi-appareil (1). Dans ces conditions, et suivant la théorie de Lœb, l'Araignée soumise à l'action d'un diapason devrait décrire un mouvement de manège, jusqu'à cessation des vibrations, sans se diriger vers l'excitant ; car il n'existe alors aucune position qui lui permette de recevoir des excitations symétriques.

L'expérience ne confirme nullement ces vues théoriques. Lorsqu'on place le diapason sur le prolongement de l'axe longitudinal d'une Araignée mutilée, et *au-dessus* d'elle, elle effectue une simple rotation de 180° et vient directement sur le diapason ; elle y vient d'ailleurs en toutes circonstances, quel que soit le point de la toile sur lequel on place le diapason.

La conclusion s'impose. Mise à l'épreuve dans des conditions de précision rigoureuse, la théorie de Lœb ne correspond pas aux faits. A coup sûr, on constate un déplacement vers l'excitant ; mais, dans ce déplacement, l'excitant ne joue certainement pas le rôle qui lui est attribué.

*
* *

Toutefois, la théorie est née d'expériences faites en soumettant des organismes à l'excitation de rayons lumineux. Les résultats obtenus semblent très nets et sont en contradiction évidente avec ceux que nous venons d'exposer. Non seulement des animaux se placent dans une position symétrique vis-à-vis de la lumière quand chacun de leurs yeux reçoit des excitations égales, mais encore ils tournent indéfiniment en cercle quand l'un de leurs deux yeux, obturé par un vernis, ne reçoit plus aucune excitation lumineuse.

Les différences ainsi constatées dans les résultats tiendraient-elles à la différence qui existe entre les excitants ? On ne peut guère s'arrêter à cette hypothèse, qui impliquerait une définition du tropisme spéciale à chaque excitant. Du

(1) La sensibilité des Araignées aux vibrations mécaniques s'exerce surtout par les pattes.

reste, suivant Lœb et ses élèves, des excitants très variés déterminent des effets analogues rentrant dans la définition générale. Et l'on ne peut admettre davantage que les différences tiennent aux animaux utilisés, que les Araignées ne se comportent pas comme tous les autres organismes.

Nous voici, dès lors, conduits à nous demander si la définition générale des tropismes actuellement admise ne repose pas simplement sur une erreur d'interprétation. Par suite, il importe de rechercher où gît l'erreur ; il faut donc reprendre les expériences même sur lesquelles repose la conception ; mais il faut les reprendre en les modifiant, c'est-à-dire en utilisant des animaux très variés, de manière à comparer les résultats.

Tout d'abord, il convient d'effectuer avec la lumière des essais comparables à ceux que nous avons effectués avec un diapason. Plaçons donc des animaux de telle manière qu'ils reçoivent des excitations égales et symétriques pendant qu'ils regardent à l'opposé de la lumière. A cet effet, introduisons dans un tube suffisamment long et large un Criquet, un *Stenobothrus bicolor* par exemple, et tournons le tube de façon que la tête du Criquet regarde du côté de l'ombre, les rayons lumineux étant parallèles à l'axe longitudinal du corps. La situation du Criquet est alors comparable à celle de l'Argiope fasciée quand nous plaçons le diapason au-dessus d'elle. Le résultat est également comparable. De même que l'Argiope décrit un arc de 180° et vient vers le diapason, de même le Criquet décrit un arc de 180°, se place face au soleil et, souvent, gagne le fond éclairé du tube. Lui aussi a donc pris par rapport à la lumière une position symétrique ; même il a dû, au préalable, en abandonner une autre qui semblait équivalente. Recevoir des excitations lumineuses et égales ne suffit donc pas pour déterminer la position du Criquet vis-à-vis de la source lumineuse.

Reprenons maintenant le même Criquet et recouvrons l'un des deux yeux d'une couche épaisse de vernis noir ; recouvrons également l'ocelle du même côté et l'ocelle médiane : ainsi partiellement aveuglé, l'insecte ne recevra que des excitations asymétriques. Introduisons-le de nouveau dans le tube, disposé comme dans l'expérience précédente. L'insecte recevant les rayons lumineux par derrière exécute un mouvement de rotation, mais il ne tourne pas indéfiniment : il s'arrête face à la lumière, après avoir simplement décrit un arc de 180°, puis il marche vers le fond éclairé du tube. Ce comportement coïncide encore avec celui des Argiopes : la nature de l'excitant ne change rien au phénomène ; l'orientation et la fixation d'un organisme vers cet excitant ne nécessitent certainement pas d'excitations égales et symétriques.

Toutefois, les expériences de Lœb et de ses élèves, leurs observations dans leur ensemble ne peuvent être révoquées en doute. Ces expérimentateurs ont procédé avec une méthode rigoureuse, et s'ils affirment que certains animaux partiellement aveuglés sont animés de mouvements de manège, il faut tenir le fait pour acquis et véritable ; il faut remettre seule en question leur interprétation.

Mais alors, il faut pousser l'analyse plus loin, afin de discerner, s'il se peut, une interprétation plus en harmonie avec les faits. Le Criquet que nous venons d'aveugler d'un côté fournit une première indication. Nous constatons, en effet, que la suppression unilatérale des excitations lumineuses détermine aussitôt une modification de l'attitude : les pattes du côté opposé à celui de l'œil verni fléchissent sensiblement : l'animal aveuglé à droite penche vers la gauche et inversement. Placé sur une table et non dans un tube, l'animal se dirige vers la lumière tout en déviant un peu vers la gauche. Suivant toute évidence, la suppression des excitations lumineuses affaiblit le tonus musculaire, de sorte que, quand le Criquet se met en marche, il est entraîné du côté qui se contracte le moins.

La diminution du tonus, toutefois, n'intervient pas seule ; la lumière exerce également une action attractive qui, à son tour, entraîne l'animal dans une direction déterminée. Deux influences s'opposent ainsi. Que dissimule cette opposition ?

L'expérimentation comparée permet de résoudre la question, en même temps qu'elle fournit, sur les phénomènes, d'utiles précisions. Prenons tout d'abord un Papillon blanc commun (*Pieris rapæ*), recouvrons de vernis l'un de ses yeux, l'œil droit par exemple, et rendons-lui la liberté ; l'insecte s'envole, mais il vole sur place, si l'on peut dire, tournant en cercle comme s'il parcourait une piste. Quand il se pose, il ne peut se tenir en équilibre et penche fortement à gauche : sans être entièrement supprimé, le tonus musculaire est très atténué à gauche. En outre, l'axe longitudinal du corps est nettement incurvé, sa concavité regardant à gauche : le tonus des muscles du corps est également diminué, mais c'est celui des muscles du côté droit. La lumière a donc une action tonique croisée, elle influe sur les muscles du corps de l'autre côté. L'insecte, ainsi unilatéralement

aveuglé, exécute forcément un mouvement de manège.

Toutefois, si l'on examine avec attention, on constate que le trajet parcouru n'est pas exactement circulaire ; par instants la courbe paraît un peu tendue, et l'on a l'impression que l'atténuation unilatérale du tonus musculaire domine l'attraction subie par l'animal. Et, en effet, *Picris rapæ* a un vol relativement lent, peu soutenu, un vol mou, si l'on peut dire ; de plus, sa surface oculaire est relativement grande par rapport à l'ensemble du corps. Or, j'ai eu précédemment l'occasion de constater l'importance de ces dimensions relatives ; plus grande est la surface oculaire, plus nombreuses sont les excitations lumineuses, plus réduit est le rôle des excitations diverses qui portent sur le reste du corps (1).

Dès lors, l'idée s'impose qu'un insecte à musculature moins faible et à surface oculaire relative moins développée se comportera d'une manière différente. On trouve, à cet égard, tous les intermédiaires. Aveuglés d'un côté, certains Papillons, tels que *Bombyx quercus,* volent en décrivant une spire régulière, de sorte que, tout en exécutant un mouvement de manège, ils se dirigent vers la lumière. D'autres, comme *Satyrus semele,* volent tout d'abord en cercle, parcourent ensuite quelques mètres en ligne droite, puis décrivent brusquement une boucle repartent en ligne droite, décrivent une nouvelle boucle, et recommencent ainsi plusieurs fois ; l'espace qui sépare deux boucles s'allonge chaque fois.

Le mouvement est caractéristique, mais son analyse délicate ; elle est même presque impossible à faire avec un Papillon qui file vite et disparaît rapidement. J'ai pu faire cette analyse et reconstituer le mouvement avec un Diptère, *Spilomyia saltuum :* l'œil droit aveuglé, cet insecte marche vers la lumière tout en déviant vers la gauche ; il dévie d'abord lentement, jusqu'au moment où sa direction fait un angle de 90° avec celle des rayons lumineux ; à partir de ce moment, il accélère la marche et décrit très rapidemnt un arc de 270° qui le ramène dans sa direction initiale ; il repart alors en ligne droite, en déviant à gauche, et le même phénomène recommence. Chez le Diptère, comme chez le Satyre, le fléchissement du tonus ne fait aucun doute et l'on aperçoit clairement la dissociation des deux influences qui sollicitent l'insecte.

Si nous expérimentons maintenant avec un Papillon à musculature puissante et à surface oculaire très réduite par rapport à la surface du corps, la modification du tonus, après aveuglement partiel, deviendra insignifiante et, en dépit de l'asymétrie des excitations, l'animal ira droit vers la lumière. J'ai fait et refait l'expérience avec deux espèces de Sphinx, *Macroglossa stellatorum* et *Protoparce convolvuli,* et j'ai vu ces Papillons s'envoler sans dévier de la ligne droite, voler même sur place devant une fenêtre fermée, sans accuser la moindre tendance à exécuter un mouvement de manège.

En conséquence, la conclusion s'impose et je l'ai, par avance, indiquée : tonus musculaire et tropismes sont deux phénomènes distincts, n'ayant aucun trait commun, sinon que tous deux intéressent les muscles, exclusivement ou non. Mais ils n'intéressent probablement pas la même partie de la fibre musculaire, le tonus est une contraction siégeant dans le sarcoplasme, le tropisme une contraction siégeant dans le myoplasme. Qu'ils aient pu être confondus, on se l'explique aisément si l'on se souvient que l'analyse des tropismes, faite par Lœb et ses élèves, a plus spécialement porté sur le phototropisme. Or, de toute évidence, l'action tonique de la lumière est l'une des plus faciles à déceler.

Le tort a été d'interpréter les faits comme si le tonus musculaire dépendait d'un seul excitant du milieu, comme si la lumière était cet excitant. En réalité, tous les excitants externes interviennent à des degrés divers, en fonction de la surface des organes récepteurs. Quand les yeux sont grands et le corps relativement petit, la lumière domine le tonus, l'aveuglement entraîne son affaiblissement immédiat et durable. Mais, suivant les proportions relatives des diverses régions du corps, d'autres excitants acquièrent, pour le tonus, une importance plus grande ; les uns ou les autres l'emportent suivant leur intensité relative.

Diverses expériences en fournissent la preuve. Prenons un Papillon au vol soutenu et de moyenne puissance musculaire, *Limenitis sibylla,* couvrons de vernis l'un de ses yeux, posons-le ensuite à l'ombre, voire dans le laboratoire même : le Papillon s'envole, mais il tourne dans un circuit fermé ; le tonus intervient ici nettement et ce tonus dépend, sans aucun doute, des excitations lumineuses. Portons le même Papillon au soleil, il s'envole encore, décrit un ou

(1) Etienne Rabaud. L'immobilisation reflexe et l'activité normale des Arthropodes. Bull. biol. Fr. Belg 1917.

deux grands cercles, puis part en ligne droite et disparaît. L'interprétation du fait ne souffre aucune difficulté : à l'ombre, plusieurs des excitations extérieures qui agissent sur le tonus sont atténuées ; la suppression complète de l'une d'entre elles, par vernissage d'un œil entraîne nécessairement un déficit important. Au soleil; il en va tout autrement. Il se peut que l'intensité des excitations lumineuses, frappant l'œil non aveuglé, suffise pour maintenir le tonus des muscles des quatre ailes ; il est beaucoup plus probable que d'autres excitations, et spécialement ici les thermiques, dominent le tonus et rendent négligeable le déficit provenant de la suppression unilatérale des excitations lumineuses.

Et nous transformerons cette probabilité en certitude par l'expérience suivante : aveuglons l'œil gauche, l'ocelle du même côté et l'ocelle médian d'un Frelon (*Vespa crabro*), l'insecte s'envole en ligne droite, comme s'il recevait des excitations égales et symétriques ; l'opération ne produit sur lui aucun effet appréciable. Reprenons-le et couvrons de vernis le thorax tout entier de façon à atténuer, sinon à supprimer, les excitations tactiles ou autres que perçoit cette partie du corps : l'effet est alors immédiat ; cet insecte, aveuglé d'un côté, dont le thorax est enduit d'une couche isolante, s'envole, mais il tourne en cercle. Or, la surface oculaire du Frelon est relativement faible par rapport à la surface de son corps, et l'on conçoit fort bien que les excitations lumineuses soient tout à fait accessoires dans la détermination du tonus des muscles alaires ; l'aveuglement unilatéral ne provoque donc aucune modification appréciable du vol, tant que ces muscles sont soumis à l'action de leurs excitants toniques principaux. L'aveuglement devient important, quant au tonus, à partir du moment où l'action de ces excitants est empêchée ; le tonus dépend alors plus étroitement de la lumière et l'on peut apprécier les effets de sa suppression partielle.

Ces expériences ont leur contre-partie dans l'expérience classique relative à la destruction des canaux semi-circulaires. Un chien ainsi opéré s'affaisse et perd l'équilibre. Au bout d'un temps, il réapprend à se tenir debout. Mais si, une fois rééduqué, on le met à l'obscurité, la déséquilibration reparaît aussitôt ; elle disparaît également si, par l'ablation des zones corticales correspondantes, on supprime les perceptions tactiles. Excitations lumineuses ou tactiles se substituent ainsi aux excitations venues des canaux semi-circulaires et rétablissent le tonus. Mais il s'agit simplement de tonus et non d'une orientation imprimée à un animal.

L'indépendance des deux phénomènes se manifeste encore d'une autre manière chez certains insectes : les muscles des pattes et ceux des ailes ne sont pas soumis au même degré à l'action tonique de la lumière. Tel est, notamment, le cas des Eristales (*Eristalis tenax*) et de quelques autres Diptères. Tout individu dont un œil est aveuglé *marche* en dérivant d'une façon plus ou moins accusée, effectuant parfois un mouvement de manège ; mais il *vole* sans subir aucune dérivation, il vole en ligne droite, ou même se maintient sur place face à la lumière, sans qu'apparaisse la moindre tendance à la rotation et cependant il reçoit des excitations asymétriques.

*
* *

Nous voilà ainsi tout-à-fait sûrs que le tonus musculaire ne doit pas être confondu avec le processus d'orientation se manifestant chez les animaux. Indépendants l'un de l'autre, le premier peut cependant gêner, masquer même le second ; tout dépend de l'importance relative des excitations extérieures considérées. Quand il s'agit de la lumière, elle prend d'autant plus de part au tonus que la surface relative des yeux est grande ; et lorsque cette surface relative atteint son maximum, les orientations toniques dues à la lumière devenant prépondérantes contrebalancent les excitations orientatrices. Presque jamais, pourtant, chez les animaux libres du moins, elle ne les contrebalancent au point de les neutraliser, de les dominer complètement. Même lorsqu'il tourne en cercle, le Papillon vient vers la lumière et l'on peut dire, d'une façon générale, que l'animal, attiré par un excitant du milieu vient vers cet excitant avec ses moyens actuels. Si une inégalité du tonus détermine une marche circulaire, c'est en tournant que l'animal va vers l'excitant ; si, normalement, un animal tel qu'un Crabe à démarche latérale ne peut jamais recevoir d'excitation symétrique et égale, c'est en marchant par côté qu'il va vers l'excitant ; et quant aux Crevettes qui, normalement, marchent à reculons, en toute occasion elles se déplacent de la même manière.

La direction que prend un animal et la façon dont il marche sont entièrement distinctes. Qu'il marche bien ou mal, que les muscles des membres symétriques se contractent ou non avec la même force, cet animal suivra néanmoins une direction donnée. Assurément, si les muscles symétriques se contractent inégalement, l'animal

subit une déviation plus ou moins accusée, la *translation* est gênée à un degré plus ou moins accusé ; mais la *direction* demeure la même, l'attraction subie persiste.

Et dès lors il est clair que la question des tropismes ne se présente plus tout à fait comme elle se présentait à nous au début de cette leçon. Nous nous demandions comment, les mêmes muscles entrant en jeu, un organisme allait vers un excitant ou en sens contraire. Mais en posant la question, nous admettions que tropismes et tonus musculaires se confondaient. La question se pose maintenant d'une autre manière, puisque les deux phénomènes, sans s'opposer, sont pourtant distincts. Tous deux, évidemment, sont des réflexes, mais des réflexes qui n'ont pas la même voie conductrice et n'aboutissent pas aux mêmes parties.

Laissons alors le tonus de côté pour n'envisager que les contractions musculaires proprement dites. La contraction égale et simultanée de muscles symétriques et homodynames entraîne forcément une translation correcte et suffit à la déterminer. Mais cette translation s'accorde avec une direction quelconque et n'en implique aucune. La direction suivie dépend de tout autre chose ; il faut, de toute nécessité, que l'excitation soit, tout d'abord, une excitation asymétrique, capable de placer l'animal suivant un certain axe ; il faut que l'excitation détermine un réflexe qui amène le corps vers l'excitant ou l'en éloigne et précède le réflexe de translation. Un tel résultat ne peut se produire que si le réflexe porte sur des muscles d'une articulation très mobile et telle que le membre puisse être déplacé dans une direction quelconque. Il suffit alors qu'un seul membre prenne cette direction pour entraîner le corps tout entier.

Le processus s'aperçoit nettement chez les Araignées. Quand on place un diapason au-dessus de la face dorsale d'une Argiope, ses pattes s'étendent aussitôt, en même temps qu'elles se relèvent vers le diapason ; si on fait osciller le diapason à droite ou à gauche l'extension persiste sans modification, puisque les mouvements des articulations fémoro-tibiales, tibio-tarsiennes et tarso-tarsiennes sont limités à l'extension et à la flexion, mais les pattes suivent néanmoins l'oscillation, grâce à la mobilité de l'articulation de la hanche. Du reste, on peut restreindre l'oscillation à un ou deux appendices. Tant que le diapason ne touche pas l'Araignée, celle-ci demeure en place et les muscles restent contractés tant que persistent les vibrations ; dès qu'une seule patte entre en contact avec l'instrument, l'Araignée se met rapidement en marche vers lui. Suivant toutes probabilités, mais je ne puis insister ici sur ce point, translation et direction ne dépendent pas des mêmes terminaisons nerveuses. Préciser sera l'œuvre de demain (1).

Une autre question se présente alors. En quoi consiste la différence qui existe entre l'attraction et la répulsion, entre ce que l'on appelle le *tropisme positif* et le *tropisme négatif* ? La question ne se poserait pas si les mêmes organismes prenaient toujours la même direction sous l'influence des mêmes excitants. Mais il n'en est rien. Le sens du tropisme change pour le même individu.

Dire en quoi consiste ce changement dépasse nos possibilités actuelles. Dans l'état de nos connaissances, nous pouvons simplement affirmer que le changement s'effectue dans le système nerveux, probablement dans les terminaisons périphériques et non dans les muscles. Nous pouvons, en outre, préciser un point important, qui aidera peut-être à résoudre la question. Au dire de Loeb, tout animal soumis à un excitant ne peut suivre que deux directions : ou bien il va vers l'excitant ou bien il s'en éloigne en suivant un trajet directement opposé. En réalité, l'animal va vers l'excitant qui l'attire et va directement vers lui ; mais quand cet excitant le repousse, il s'éloigne dans *toutes* les directions possibles. Les Araignées soumises aux excitations répétées d'un diapason quittent le centre de leur toile et suivent un trajet perpendiculaire oblique, voire parallèle à la direction des vibrations mécaniques ; même, un Myriapode aveugle, un Géophile, se met en mouvement quand les rayons solaires le frappent et gagne les régions moins éclairées — ou moins chaudes, — qu'elles soient ou non dans le prolongement direct des rayons lumineux.

Tout se passe comme si, dans le tropisme positif, l'excitation portait sur des terminaisons bien déterminées et dans le tropisme négatif sur toutes les autres, à l'exclusion de celles-là, devenues incapables de réagir à certains excitants.

Et de cet ensemble de faits se dégage une conclusion. A de très nombreuses reprises, et depuis de longues années, J. Loeb insiste sur l'assimilation nécessaire, suivant lui, des tropismes végétaux et des tropismes animaux. A première vue, l'assertion semble un peu risquée, car il apparaît bien qu'une tige qui se penche vers le soleil et l'insecte qui va vers la lumière ne sont pas le siège de processus comparables. Mais l'ana-

(1) Il est vraisemblable que des phénomènes de chronaxie interviennent directement dans ces processus.

lyse à laquelle nous venons de procéder montre qu'on ne peut même pas assimiler, à ce point de vue, tous les mouvements des animaux, et qu'il faut distinguer avec soin entre *l'attitude* d'un animal et la *direction* qu'il suit. L'attitude dépend du tonus ; l'insecte aveuglé d'un côté penche du côté opposé, le Ver fixé au sol, dont tout un côté regarde vers l'ombre, penche vers la lumière et, dans les deux cas, l'effet produit résulte d'un relâchement musculaire unilatéral. L'attitude de certaines plantes dépend peut-être aussi de mécanismes comparables au tonus ; la rotation de l'Hélianthe, liée aux positions successives du soleil, a sans doute pour cause immédiate des variations de la turgescence de certaines cellules. Dans d'autres cas, il s'agit, sûrement, d'un processus trophique qu'il n'est guère possible de rapprocher d'un tonus : les tiges, les racines s'accroissent plus d'un côté que de l'autre ; une incurvation s'en suit au bout d'un assez long temps et dont on n'aperçoit nullement le rapport avec les inclinaisons d'une Hydre, d'un Ver, d'un Hélianthe sous l'effet d'une contraction musculaire ou d'une turgescence.

Quant à la direction que suit un animal, elle répond à un processus dont nous venons d'ébaucher l'étude. L'esprit fixé vers le tonus, les biologistes ont négligé ce processus ; il réside à coup sûr et avant tout dans le système nerveux. En toute occurrence, ce n'est pas un phénomène simple, comme pourrait le laisser croire la théorie classique. Bien au contraire, nous nous trouvons en présence d'un phénomène complexe, dont l'analyse exige des recherches précises, dépouillées de toute idée préconçue.

Dr Etienne Rabaud,
Professeur à la Faculté des Sciences
et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris.

REVUE INDUSTRIELLE

LA FABRICATION DU VERRE D'OPTIQUE ; HISTOIRE ; ÉTAT ACTUEL (1)

Pendant la guerre, et du fait même de celle-ci, l'industrie de l'optique a subi dans différents pays une impulsion que les événements avaient rendue nécessaire, et il n'est pas inutile de passer en revue les progrès réalisés en ce qui concerne notamment la fabrication du verre, dont la qualité est la première condition d'une construction correcte des instruments d'optique en général.

Aperçu historique. — Pour situer la question et en montrer les difficultés techniques, un court historique est nécessaire. Sans insister sur la période *préhistorique* de l'industrie du verre, on constate qu'en 1800 on connaissait déjà la nécessité d'agiter longuement le verre fondu, pour qu'il soit sans stries. Avant cette époque, la fabrication était menée de la façon suivante : le pot étant garni des matériaux les plus purs, la masse était fondue, et l'écume enlevée de la surface. Une cuiller de fer, en forme de tronc de cône, était enfoncée soigneusement dans le verre fondu, et retirée avec le même soin. Après léger refroidissement, la pièce de verre, en forme de pain de sucre, était soudée à l'extrémité large d'un tube de fer. On réchauffait le verre à l'ouverture du pot, puis on le soufflait en lui donnant la forme d'un cylindre. On séparait les extrémités, on fendait le cylindre suivant une génératrice, on l'étalait, au four à recuire, en forme de plaque d'environ 3 cm. d'épaisseur, que l'on abandonnait enfin au recuit définitif. Ces plaques étaient ensuite débitées en disques, dans lesquels les lentilles étaient taillées. Comme les disques étaient rarement homogènes, on conçoit que l'on ne pouvait obtenir ainsi que de petites lentilles. Macquer Roux, de St-Gobain, par exemple, n'obtint jamais de lentilles de plus de 8 à 9 cm. de diamètre.

Vers 1790, un horloger suisse, Guinand, réussit à construire une lentille de verre de 23 cm. de diamètre. Sa méthode, tenue secrète pendant quelques années, consistait à agiter le verre fondu et laisser refroidir la masse lentement. Le verre froid plus ou moins fissuré, était alors séparé en blocs irréguliers et les parties de bonne qualité mises à part. La méthode se perfectionna avec les fils de Guinand, puis Bontemps (en France), les frères Chance (en Angleterre), puis Feil, dont les traditions ont été poursuivies par MM. Parra-Mantois de Paris. Pendant cette période, on ne savait produire que deux types de verres, le crown et le flint, et de chacun très peu de variétés. Vers 1875, MM. Chance réussirent cependant à faire six variétés de verre : crown dur, crown tendre, flint léger, flint dense, flint extra-dense, et flint double extra-dense. On voit que le calculateur des systèmes de lentilles n'avait alors qu'un choix de verres très restreint à sa disposition, et il devint bientôt évident que, si l'on voulait construire d'autres instruments que de simples lunettes astronomiques, la découverte de verres nouveaux allait devenir nécessaire. C'était notamment le cas du microscope.

On peut citer comme précurseurs dans cette voie, Harcourt et Stokes. Mais, c'est l'Allemagne qui devait révolutionner la fabrication des verres d'optique par la production à une grande échelle de plusieurs types de verres nouveaux, et de nombreuses variétés de ces types. Les travaux classiques de Abbe et Schott à Iéna sont maintenant trop connus pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter. A la suite de persévérants efforts, ils réussirent à mettre au service des opticiens de nouveaux types de verres, comme le baryum-crown, le baryum-flint, le zinc-crown, le borosilicate-crown, le phosphate-crown et le borate-flint. Puis on produisit les fluor-crowns et les flints pour gros objectifs, et de nouveaux verres transparents à la lumière ultra-violette, et aussi des verres transmettant seulement certaines longueurs d'onde. L'apparition de ces nouveaux verres, à gammes si diverses, ont ravivé l'intérêt des

(1) D'après une étude publiée par C. J. Peddle dans *Transactions of Optical Society*, XXIII, (1921-1922), n° 2.

chercheurs, industriels ou théoriciens, sur cette question des verres, en France et en Angleterre, et bientôt MM. Chance et MM. Parra-Mantois purent mettre en vente la plupart des nouveaux types de verres obtenus d'abord à Iéna.

Cependant, la guerre trouva la France et l'Angleterre très mal préparées pour la fourniture des verres d'optique, tant au point de vue de la qualité que de la quantité. Et c'est alors qu'est apparue aux opticiens la nécessité primordiale d'améliorer les méthodes, d'accroître le rendement et la qualité des verres livrés à l'optique.

Méthodes de fabrication. — La difficulté de cette industrie résulte des nombreuses conditions que doivent remplir avec précision les verres. Parmi ces conditions, on peut en particulier citer les suivantes :

1° Chaque verre doit avoir des indices fixés pour une série de radiations déterminées ;

2° Le verre ne doit pas contenir de bulles ;

3° Les stries les plus fines doivent être rigoureusement absentes ;

4° Le verre doit être incolore, même en blocs de 5 à 6 cm. d'épaisseur, et en même temps le plus transparent possible (d'où la proscription absolue des *décolorants*, bioxyde de manganèse et autres, qui ne font que superposer, à la couleur à détruire, une couleur complémentaire, au détriment de la transparence) ;

5° Le verre doit être très résistant, sa surface doit rester polie, sans la moindre corrosion après un long usage sous toutes les conditions atmosphériques possibles ;

6° Aucune tension interne ne doit exister dans le verre, d'où la nécessité d'un recuit soigné, opération particulièrement délicate avec les grosses pièces ;

7° Les propriétés mécaniques du verre doivent être telles que l'on puisse facilement le façonner en lentilles, en prismes, etc. Il ne doit pas être trop dur ni trop fragile, de façon à se prêter au dégrossissage et au polissage des surfaces ;

8° Le mélange destiné à la fabrication doit être composé de façon à fondre aisément, et à fournir un verre assez peu visqueux, une fois fondu, pour que l'agitation soit facile ;

9° Après agitation, le pot de verre optique est abandonné au refroidissement *in situ*, et il est brisé une fois refroidi. Ce refroidissement doit être assez lent (il se chiffre par jours), de façon à ce que des blocs de verre d'assez grandes dimensions soient utilisables. Mais un lent refroidissement introduit une autre difficulté, la séparation possible d'un ou plusieurs des constituants du verre, ce qui produit la dévitrification. On doit donc régler la composition et la vitesse de refroidissement en conséquence ;

10° La plus grosse difficulté, peut-être, est relative au pot dans lequel le verre sera fondu. Le verre fondu a une action très corrosive sur l'argile dont sont faits les pots à verre. Il en résulte une absorption par le verre de fer, d'alumine, de silice. L'absorption du fer colore le verre, l'incorporation d'alumine et de silice est une cause importante de stries et accroît en même temps la difficulté d'obtenir les constantes optiques demandées.

Telles sont, en gros, les conditions à remplir. Elles impliquent, on le voit, un nombre considérable d'expériences, une grande habileté et une connaissance approfondie de la question de la part de l'ingénieur verrier-opticien. Connaissant les conditions à remplir, nous sommes en état de comprendre les précautions minutieuses accompagnant les étapes successives de la fabrication, que nous allons maintenant passer en revue.

I. — *Expériences préliminaires.* — L'opticien, en commandant son verre, spécifie la valeur des indices pour certaines lignes du spectre, d'ordinaire C, D, F et G'. La réalisation précise de ces constantes entraîne le mélange de corps bien déterminés en proportions fixées. S'il s'agit d'un verre déjà existant, les substances et les proportions sont connues, il suffit de s'y conformer exactement. S'il s'agit d'un verre plus ou moins différent de ceux que l'usine fabrique couramment, des expériences préliminaires sont nécessaires. L'indice de réfraction d'une solution étant une propriété additive, on peut *a priori* choisir les substances à mélanger et en calculer les proportions. Mais le résultat doit être vérifié, ce qui est possible en faisant une fusion d'essai. Cependant, au cours de cet essai, un certain doigté est nécessaire, car le résultat ne sera pas rigoureusement le même dans la fusion définitive, l'attaque du pot étant alors moindre en proportion. L'habitude permet d'introduire les corrections nécessaires, et nous pouvons admettre que les substances et leurs proportions sont maintenant connues.

II. — *Préparation du mélange.* — On prépare le mélange des corps requis, et en quantité voulue. Cette quantité varie en général entre 500 et 800 kg. Le flint, par exemple, sera obtenu en prenant du sable, de l'oxyde rouge de plomb, du carbonate de sodium, du carbonate de potassium, et du nitrate de potassium. Pour le crown, on remplace l'oxyde de plomb par du carbonate de calcium..., etc. Tous ces corps sont pris dans l'état le plus pur possible, en évitant surtout la présence d'impuretés ferrugineuses. Les substances sont séchées et tamisées, puis convenablement mélangées en proportions exactes, le mélange étant fait dans un tambour rotatif.

III. — *Fusion.* — Le mélange est mis au sec, et fondu le plus tôt possible. On se sert pour cela de pots (voir fig. 13, p. 158 quelques modèles de pots à verre) ayant 90 cm. de diamètre, 90 cm. de hauteur et de 75 à 100 mm. d'épaisseur de parois. La profondeur du verre fondu est d'environ 45 à 50 cm. Pour prévenir l'entrée accidentelle de corps étrangers, les pots sont toujours fermés dans le haut, et présentent une ouverture latérale très proéminente par rapport au corps du pot. Les pots pour la fusion du verre sont constitués par de la terre réfractaire spéciale ; leur fabrication constitue toute une industrie, dans le détail de laquelle il est impossible d'entrer ici. Les fours ont des formes et dimensions appropriées aux besoins particuliers de chaque fusion ; le chauffage des fours modernes s'effectue au gaz (voir fig. 14, p. 158, un modèle de four à gaz), qui se prête bien plus facilement que le charbon au réglage de la température.

Avant d'être placés dans les fours, les pots doivent être préalablement portés à la température qui y règne. Les pots sont livrés à l'état sec, mais non cuits, et nécessitent de grandes précautions en raison de leur fragilité. Le pot qui va servir à la fusion du verre est placé dans une chambre dont la température est accrue progressivement, de façon à atteindre 1000° après plusieurs jours. Le pot est alors prêt à être placé dans le four, qui est aussi à environ 1000°. Le transport du pot est une opération très onéreuse, qui néces-

site beaucoup de soins pour éviter une rupture. Une fois le pot installé dans le four, on élève la température, et on introduit le mélange. Le progrès de la fusion est suivi attentivement, et la température réglée d'après le type de verre fabriqué. Certains verres (le borosilicate-crown et les crowns durs) nécessitent des températures atteignant 1500°. D'autres (les flints, par exemple) fondent plus facilement, les types les plus denses n'étant portés guère au-dessus de 1000°. La durée de la fonte, c'est-à-dire de la transformation du mélange des poudres en substance vitreuse relativement fluide, est variable, elle est de l'ordre de 20 heures en moyenne. Pendant cette opération, il arrive parfois que l'on incorpore au mélange des brisures de verre de même type provenant d'une fusion précédente, ce qui abrège l'opération. Lorsque la fonte est terminée, la masse vitreuse est parsemée d'un grand nombre de bulles gazeuses. Leur enlèvement, *l'affinage*, prend en général plusieurs heures, et nécessite des variations de température. Dans certains verres, comme les baryum-crowns denses, il est presque impossible d'enlever complètement les bulles gazeuses. Après l'affinage, la surface du verre est écumée pour enlever quelques impuretés qui s'y sont rassemblées. On est prêt alors pour procéder au brassage.

IV. — *Brassage.* — On introduit dans le verre fondu un cylindre de porcelaine préalablement porté à la température du four (voir fig. 13, p. 158, deux de ces cylindres, l'un couché, l'autre debout). Ce cylindre est creux et livre passage à une tige de métal refroidie par un courant d'eau, par laquelle on actionne le cylindre de porcelaine. La tige est dans ce but reliée à une machine motrice, qui déplace l'agitateur à travers la masse du verre en lui conservant son orientation verticale. On poursuit le brassage jusqu'à ce que le mouvement de l'agitateur devienne difficile. On arrête alors la machine, on enlève la tige, et on laisse refroidir le pot *in situ*, ou dans une chambre de refroidissement appropriée.

V. — *Refroidissement.* — Le refroidissement d'un pot de verre optique est à lui seul tout un art et nécessite un contrôle attentif. D'ordinaire, le brassage est suivi d'un refroidissement rapide, qui a pour but d'empêcher les mouvements de convection, dont peuvent résulter des stries. Au-dessous d'une certaine température, qui varie selon le type de verre, un refroidissement beaucoup plus lent est nécessaire, pour que le verre une fois refroidi ne soit pas le siège de tensions exagérées. Si le verre froid est soumis à des tensions internes excessives, il éclate en nombreux morceaux inutilisables. Toutefois, un refroidissement trop prolongé entre certaines températures produit la *dévitrification* du verre, c'est-à-dire la séparation de certains des constituants sous une forme opaque. En tous cas, le refroidissement est une opération longue, qui se chiffre par jours.

VI. — *Morcellement et examen.* — Lorsque le pot est froid, on enlève le capuchon en brisant la partie supérieure du pot, qui se trouve ainsi ouvert. Le verre apparaît alors, fissuré en maints endroits (voir fig. 15). Si le refroidissement a été bien mené, on obtient des blocs de dimensions assez grandes, de forme souvent à peu près rectangulaire. On examine ces blocs au point de vue des défauts possibles : stries, pierres (1), et bulles trop grosses ou trop nombreuses. Les portions défectueuses sont séparées et le reste est prêt pour le moulage. Cette partie utilisable de l'opération n'atteint souvent pas les 50 pour cent du total, même à la suite d'une fusion satisfaisante.

VII. — *Moulage.* — Les pièces de verre précédentes sont placées dans des moules carrés de taille convenable et le tout est disposé dans le four à moulage. Celui-ci est simplement un long tunnel dont l'une des extrémités est chauffée. Le verre est placé à l'extrémité froide, et déplacé graduellement dans le tunnel jusqu'à ce qu'il atteigne la partie chaude. Cette méthode permet au verre de se réchauffer sans éclatement, jusqu'à ce qu'il devienne assez plastique pour épouser la forme du moule. Les plaques carrées ainsi obtenues sont alors abandonnées à un refroidissement lent de façon à subir un recuit grossier, mais pour le moment suffisant, et ils sont alors prêts pour le deuxième examen.

VIII. — *Deuxième examen.* — Les plaques sont dégrossies au carborundum suivant deux faces opposées, et les faces obtenues sont polies au rouge d'Angleterre. Elles sont alors examinées à l'œil nu pour les défauts évidents, tels que stries, défauts de moulages (aigrettes), pierres, et bulles trop grosses ou trop nombreuses. Les pièces défectueuses sont rejetées. Les autres sont soumises à un essai plus approfondi au point de vue des stries, au moyen du polariscope. Cet instrument fait apparaître les stries invisibles à l'œil nu, mais capables cependant de rendre le verre impropre à la construction des pièces d'optique de première qualité. Le verre qui résiste à cette épreuve va être soumis au recuit définitif. Si cette portion de qualité supérieure atteint tout au plus 20 pour cent du verre fondu initial, on considère l'opération comme satisfaisante. On voit ainsi le formidable déchet de substances coûteuses, qui se produit à chaque opération et l'intérêt qu'il y a à faire resservir les déchets pour une opération ultérieure.

IX. — *Recuit soigné.* — Le verre est alors soumis au recuit *optique*, qui consiste à élever progressivement sa température presque jusqu'au point de déformation commençante du verre, puis à l'abandonner à un refroidissement assez lent pour durer plusieurs jours. L'appareil à recuit optique le plus moderne est constitué simplement par une chambre bien isolée, faite de matériaux réfractaires, et chauffée électriquement. On peut alors contrôler parfaitement la vitesse de réchauffement ou de refroidissement. Bien entendu, chaque variété particulière de verre nécessite un traitement approprié à sa nature, et la définition de ces traitements propres à chaque type de verre a fait l'objet de nombreuses recherches.

X. — *Examen final.* — Après recuit, le verre est à nouveau poli si besoin est, et examiné au polariscope au point de vue de l'état de tension du verre. Le recuit n'est pas considéré comme satisfaisant si le verre n'apparaît pas avec une teinte gris foncé uniforme entre nicols croisés.

XI. — *Constantes optiques.* — On prélève de petits cubes sur quelques-unes des plaques résultant du recuit optique, et on polit deux faces à angle droit l'une de l'autre. Les indices de réfraction pour les lignes C, D, F et G′ du spectre sont alors déterminés au réfractomètre de Pulfrich. Il est très rare que la première fusion d'une nouvelle variété de verre donne avec trois décimales exactes l'indice de réfraction demandé par le constructeur opticien, et souvent trois ou

(1) On nomme ainsi tout dépôt opaque de petites dimensions.

quatre essais doivent être faits avant d'obtenir le verre désiré. En général, une fois qu'on a réussi la fonte d'un verre d'indices donnés, on peut réobtenir le même verre par d'autres fusions, avec des différences sur les indices de l'ordre de $\pm$ 0,001.

Le verre d'optique est d'ordinaire fourni par le fabricant en plaques polies suivant deux faces opposées ; cependant on le rencontre aussi sous d'autres formes, telles que disques, lentilles brutes et prismes. Ces pièces sont généralement obtenues dans des moules ayant la forme voulue, et un grand soin est nécessaire pour que la pièce finie soit sans défauts du fait du moulage. Il est bon que le moulage porte sur du verre en plaques déjà vérifié aux différents points de vue déjà cités et non sur les blocs résultant du refroidissement du verre fondu initial ; faute de quoi on s'expose à de désagréables surprises, une fois terminée la taille, toujours onéreuse, de la pièce à réaliser.

Aspect scientifique de la fabrication. — Le problème actuel, et surtout celui qui s'est posé pendant la guerre, est fort différent de celui que se sont efforcés de résoudre Abbe et Schott. Ces savants opticiens se sont proposé de réaliser des verres ayant des valeurs d'indices et de dispersions dont l'*ordre de grandeur* était seul déterminé *a priori*. Les mélanges étaient préparés de façon à obtenir ces ordres de grandeur. Quant aux nombres précis effectivement réalisés, c'était au calculateur-opticien de s'en accommoder, en établissant les courbures et les épaisseurs de façon à réaliser, avec les verres fournis, dont la gamme était à vrai dire très riche, la combinaison demandée. Pendant la guerre, il s'agissait, au contraire, de fournir des verres dont les indices et les dispersions aient des valeurs déterminées avec précision, de façon à pouvoir remplacer, dans les combinaisons existantes, des verres provenant du dehors et dont la composition exacte n'était pas connue : ce qui permettait à l'opticien d'éviter de calculer des combinaisons nouvelles, et surtout de refaire son outillage.

La méthode qui vient tout d'abord à l'esprit consiste à faire simplement l'analyse de spécimens des types de verres existants et d'en déduire la composition des mélanges à fondre, pour obtenir les mêmes verres. Mais, cette méthode ne répondit pas à son but : on obtint bien des verres optiques, seulement leurs constantes ne réalisaient pas avec précision les valeurs requises. Ce résultat n'a rien de surprenant, vu les nombreuses circonstances que nous avons vues intervenir au cours de la fusion. On renonça donc bientôt au procédé par analyse, que l'on remplaça par une étude systématique des verres, autrement dit de l'influence, sur leurs propriétés, de la nature et des proportions des diverses substances pouvant entrer dans leur composition. Cette méthode réussit parfaitement, et les verres produits pendant et depuis la guerre à la verrerie optique de Derby, notamment, résultent de cette manière de faire.

M. C. J. Peddle, auquel on doit la réalisation de ce plan de travail réellement scientifique à grande envergure, rechercha plus particulièrement les relations entre la composition des verres, et les propriétés suivantes, qui sont plus spécialement caractéristiques au point de vue optique : 1° La masse spécifique ; 2° les indices de réfraction; 3° l'inaltérabilité; 4° la tendance à la dévitrification. En même temps, il explora l'ensemble des propriétés de la matière fondue, et étudia les moyens d'éliminer les différents défauts que l'on peut rencontrer dans le verre. Il put ainsi découvrir des faits nouveaux et importants au sujet des propriétés du verre, et nous allons en passer brièvement quelques-uns en revue (1).

On commença naturellement par étudier les verres les plus simples. Le verre normal peut être regardé comme le résultat des réactions mutuelles de divers composés chimiques aboutissant à d'autres composés, réciproquement solubles à haute température, et restant dans le même état de solution à froid. Le plus simple verre normal peut être considéré comme formé par la combinaison de deux corps, l'un acide, l'autre basique ; on fondra ensemble, par exemple, de la silice et du carbonate de sodium ou de potassium : ce dernier corps n'intervenant que par les oxydes alcalins correspondants. L'auteur caractérise les proportions des deux corps, en indiquant le nombre de molécules-gramme de l'oxyde basique ajoutées à 100 molécules-gramme de silice, ou encore les masses pour cent du mélange.

On sait que les verres formés de silice et d'oxydes alcalins sont inutilisables, comme ne se conservant pas ; au contraire, l'addition à ces corps d'une certaine proportion de l'un ou l'autre des oxydes de calcium, baryum, strontium, zinc, magnésium ou plomb donne lieu à un verre durable. Il est donc important de connaître le résultat d'additions connues de ces oxydes au mélange de silice et d'oxyde alcalin. Dans le but d'étudier ce point, l'auteur décida de partir des deux verres simples $100SiO^2,20NaO^2$ et $100Si^2,20K^2O$, et des deux autres obtenus en doublant la proportion d'oxydes alcalins. Ces verres simples servaient de *noyaux*, auxquels on ajoutait des teneurs croissantes des différents oxydes cités. Par exemple, on préparait les mélanges de composition moléculaire

$$100SiO^2,20Na^2O,\ xRO$$

où RO représente soit l'oxyde de calcium, ou ceux de baryum, strontium, zinc, magnésium, plomb. On donnait à x les valeurs successives 5, 10, 15, 20, 25, 30. On faisait les fusions dans des conditions aussi semblables que possible, et on étudiait les propriétés des verres obtenus. On pouvait alors tirer des conclusions générales au sujet des effets comparés d'un oxyde à l'autre, et de l'influence sur les propriétés de la teneur du verre en un oxyde déterminé.

I. — *Relation entre la composition et la masse spécifique.* — Cette relation pouvait être qualitativement prévue *a priori*. Il est clair que l'addition d'un oxyde lourd doit accroître la masse spécifique d'autant plus que la masse ajoutée est plus importante, sans qu'il y ait forcément proportionnalité; que la substitution d'un certain nombre de molécules-gramme d'un oxyde plus lourd au même nombre de molécules-gramme d'un oxyde plus léger doit alourdir le verre résultant. Aussi bien, l'intérêt de cette partie du travail ne réside pas tant dans l'énoncé de ces relations qualitatives, que dans le fait qu'avec les courbes dressées par l'auteur on peut maintenant opérer en connaissance de cause : la science peut remplacer l'empirisme, pour le verrier-opticien qui désire faire progresser sa fabrication ; il ne saurait mieux faire que de se procurer les mémoires de l'auteur, et se servir des nombreux diagrammes, des tables numériques qui s'y trouvent.

(1) Pour plus amples détails, voir : C. J. Peddle, *Journal of the Society of glass technology*, I (1917), 27-61 ; IV (1920), 3-107, 225 238, 281-283, 299-366; V (1921), 3-15, 72-106, 195-267.

II. — *Relation entre la composition et les indices.* — Il a suffi, pour établir cette relation, de reprendre les verres précédents, et d'en mesurer les indices au réfractomètre. Les résultats généraux, qui se manifestent sur les graphiques dressés par l'auteur, sont les suivants :

1° L'addition moléculaire d'un oxyde du type RO au noyau $100SiO^2,20Na^2O$ produit un accroissement de n_D d'autant plus grand que la proportion de RO ajoutée est plus grande ;

2° Dans les verres du type $100\ SiO^2,20Na^2O,RO$, plus est grande la masse moléculaire de l'oxyde RO, plus la valeur de n_D est grande, excepté dans le cas de l'oxyde de zinc ;

3° La dispersion totale $n_F - n_C$ des mêmes verres croît avec la proportion d'oxyde RO ajoutée. L'oxyde de plomb produit à ce point de vue un effet particulièrement marqué ;

4° Les valeurs n_D augmentent par remplacement dans le verre d'une certaine masse (1 pour cent par exemple) de Na^2O par une masse égale d'oxyde RO ;

5° Pour des verres semblables (mêmes proportions centésimales de SiO^2, Na^2O et RO) l'ordre des indices de réfraction *n'est pas* celui des masses moléculaires, comme dans le cas des masses spécifiques : résultat frappant et inattendu. Comme les flints ont des indices très supérieurs aux crowns, on admet d'ordinaire que l'oxyde de plomb communique au verre un grand indice, en particulier vis à vis de l'oxyde de calcium. Or, *à masses égales, l'oxyde de calcium et l'oxyde de strontium ont un effet plus grand sur l'indice que l'oxyde de plomb, par substitution à l'oxyde de sodium dans le verre.* En comparant les indices du flint et du crown, on oublie que le flint peut contenir 40 pour cent d'oxyde de plomb ou plus, tandis que le crown contient rarement plus de 15 pour cent d'oxyde de calcium. On doit considérer les deux verres avec d'égales proportions des deux oxydes. Or, on a, par exemple, pour le verre 70 pour cent de SiO^2, 15 pour cent de Na^2O, 15 pour cent de CaO $n_D = 1{,}53220$; et pour le verre 70 pour cent de SiO^2,; 15 pour cent de Na^2O, 15 pour cent PbO, $n_D = 1.52204$

6° Il en résulte que pour ces verres, un accroissement de masse spécifique est accompagné d'une *chute* de l'indice n_D. Fait analogue avec les verres à la magnésie. Lorsque MgO est substitué à Na^2O dans un verre pour lequel la proportion de silice reste constante, la masse spécifique diminue, l'indice n_D augmente ;

7° Les valeurs de n correspondant à des pourcentages égaux des oxydes de calcium, strontium et baryum varient en sens inverse des masses moléculaires ;

8° De même pour les dispersions : si on maintient constant le pourcentage en SiO^2, et si on substitue à masses égales différents oxydes à Na^2O, l'ordre n'est pas celui des masses moléculaires; il est vrai que, à masses égales, PbO donne la dispersion maxima, MgO la dispersion minima; mais, pour les autres oxydes (CaO, SrO, BaO), l'ordre se renverse;

9° Le fait le plus frappant peut-être de cette partie du travail est que, *avec SrO, BaO, MgO, la dispersion totale diminue lorsque la proportion de l'un ou l'autre augmente, et que par conséquent l'indice augmente* (ces oxydes étant substitués à des masses égales de Na^2O, et la masse de silice restant constante) ;

10° Ces lois se sont montrées valables pour les verres au potassium. D'ailleurs, la substitution du potassium au sodium, à masses égales, produit une diminution de l'indice et de la dispersion.

On a étudié au même point de vue des verres plus complexes, par exemple les verres à l'anhydride borique, d'une façon plus générale les verres où l'acide était du type R^2O^3; les verres contenant deux oxydes du type RO en proportions variables, etc.

Il serait trop long d'entrer dans le détail de ces recherches, dont les résultats précédents fournissent un exemple suffisant, tant au point de vue de la méthode, que du très grand intérêt de ce genre de recherches au point de vue du perfectionnement de cette industrie.

III. *Relation entre la composition et l'inaltérablité.* — Le verre d'optique doit, après polissage, conserver très longtemps sa surface brillante et intacte. Or, les surfaces de verre polies peuvent donner lieu à diverses altérations. Certaines se couvrent de taches circulaires, d'autres prennent un aspect graisseux; les verres riches en baryum ou en plomb donnent lieu souvent à des marbrures irisées, quelques verres s'écaillent à la surface ou même se dégradent complètement.

La résistance d'un verre à ces altérations peut être étudiée de différentes façons. La véritable épreuve consisterait à abandonner longtemps le verre à lui-même, dans ses conditions d'emploi; ce qui est évidemment impraticable. On exposera donc le verre à des conditions atmosphériques artificielles exagérant les conditions réelles, et permettant d'obtenir un renseignement pratique en un temps assez court : exposition à la vapeur d'eau sous pression, aux acides, aux alcalis, à l'eau chaude, etc.

L'auteur a comparé, de cette façon, différents verres de synthèse avec des verres existants d'inaltérabilité connue, pour déterminer quel est le genre d'essais qui permet de donner la meilleure mesure de l'inaltérabilité du verre. Il put se rendre compte que le meilleur caractère est la solubilité dans l'eau du verre à étudier pulvérisé. Le verre est pulvérisé, séché, passé au tamis. 5 grammes de la poudre sont mis à digérer avec 100 cm^3 d'eau distillée à 80° dans une capsule de platine, pendant une heure. Le résidu insoluble est séparé par filtration, et on détermine la quantité d'acide nécessaire pour neutraliser la liqueur filtrée. On exprime les résultats en milligrammes d'alcali ou d'acide le neutralisant pour 100 grammes de verre, On a trouvé qu'en général un verre nécessitant plus de 1.000 milligrammes d'acide sulfurique pour neutraliser le filtrat est impropre aux usages optiques. Un verre optique de première qualité au point de vue résistance aux agents atmosphériques ne doit pas exiger plus de 200 milligrammes d'acide sulfurique pour neutraliser le filtrat.

L'étude, par ce procédé, des verres précédemment cités a conduit aux résultats suivants :

1° L'addition d'un oxyde du type RO au noyau $100SiO^2,20Na^2O$ produit une diminution de la solubilité. L'effet est d'abord très prononcé, l'addition de 5 molécules de CaO, par exemple, suffisant déjà à diminuer énormément la solubilité ;

2° La solubilité diminue de plus en plus lentement à mesure que l'on ajoute davantage d'oxyde ;

3° L'ordre dans cet effet protecteur n'est pas celui des masses moléculaires. L'oxyde de zinc a un effet protecteur particulièrement remarquable (à molécules égales) ;

4° En remplaçant une certaine masse de silice par une masse égale d'oxyde, la solubilité diminue, et

l'ordre de l'effet est celui des masses moléculaires, avec exception pour ZnO, dont l'influence est très prononcée :

5° Au point de vue des alcalis, lorsque la masse totale de l'oxyde alcalin est inférieure à 20 pour cent, le verre obtenu en mélangeant les oxydes Na^2O et K^2O en quantités égales est moins soluble et plus durable que le verre ne contenant que l'un ou l'autre des deux oxydes.

1° *Séparation de la silice.* — A part les baryum-crowns denses et les flints très denses, l'oxyde prédominant est toujours la silice SiO^2. C'est pourquoi la séparation de la silice du verre fondu est peut-être le type le plus commun de dévitrification. Cette séparation de silice est fonction de plusieurs facteurs. D'abord, la vitesse du refroidissement. Un verre de composition 70 pour cent de SiO^2, 15 pour cent de Na^2O, 15 pour cent de PbO refroidi rapidement, à raison de 100° par

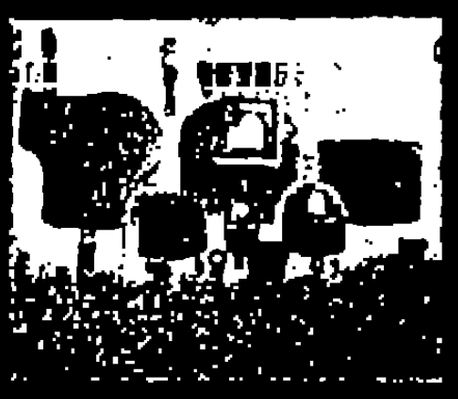


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 19 Grossissement : 13 diam

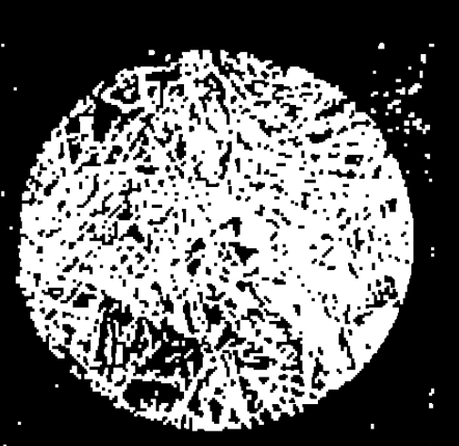


Fig. 20 Grossissement : 5 diam

Fig. 15.

Fig. 16. Grossissement : 10 diam.

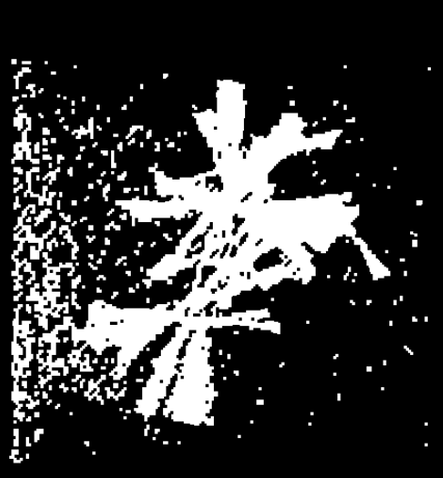


Fig. 21 Grossissement : 10 diam.

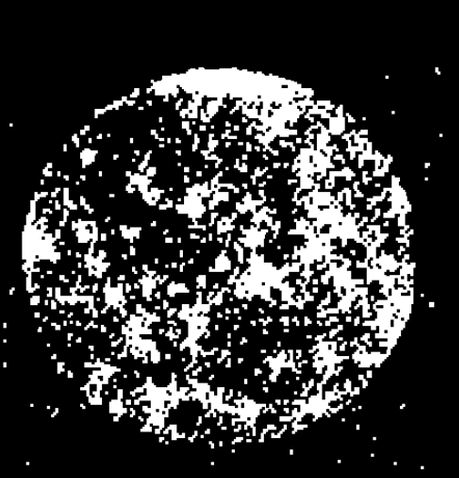


Fig. 22. Grossissement : 4 diam.

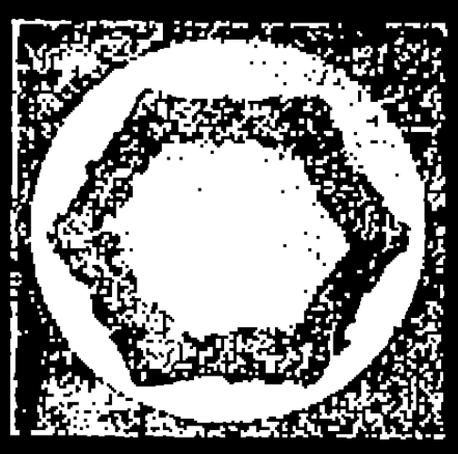


Fig. 17. Grossissement : 20 diam.

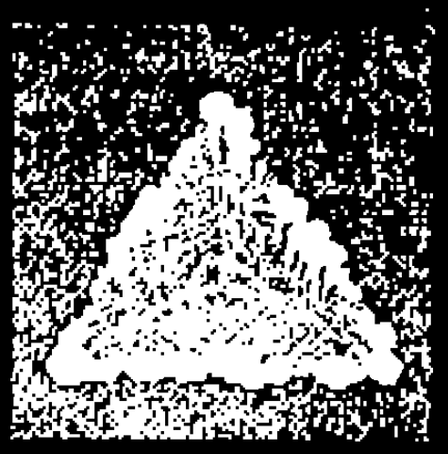


Fig. 18. Grossissement : 20 diam.

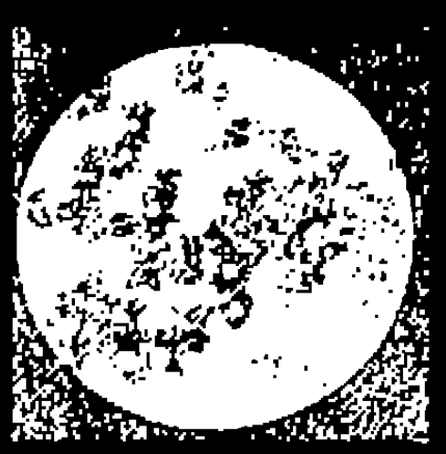


Fig. 23. Grossissement : 4 diam.

Fig. 24. Grossissement : 3 diam.

IV. *Relation entre la composition et la dévitrification.* — D'après ce qui précède, les verres sont des solutions. Dans certains cas, des corps solubles dans la masse à haute température peuvent se séparer pendant le refroidissement, formant des masses opaques de diverses taille, forme et composition. Cette séparation est la *dévitrification*, que l'on doit, cela va de soi, tout particulièrement éviter dans le cas des verres d'optique. Il y a lieu de considérer à ce point de vue surtout la silice, et les silicates des oxydes du type RO.

heure, ne manifesta aucun signe de dévitrification. Par refroidissement à la vitesse de 50° par heure, de la silice se sépara.

Ensuite, la nature de l'oxyde alcalin. Par exemple, le verre 70 pour cent de SiO^2, 15 pour cent de Na^2O, 15 pour cent de BaO dépose de la silice par refroidissement de 50° par heure, tandis que le verre 70 pour cent de SiO^2, 15 pour cent de K^2O, 15 pour cent de BaO n'en dépose pas dans les mêmes conditions. Il s'agit probablement ici d'une différence de viscosité : un verre au sodium est plus fluide que le verre au potassium corres-

pondant; et on sait que les noyaux de cristallisation se forment et se développent d'autant plus vite que le fluide est moins visqueux.,

Enfin, la nature de l'oxyde RO présent influe aussi sur le dépôt de silice. Elle se sépare plus facilement d'un verre à oxyde de plomb que du verre correspondant à oxyde de calcium. Il est presque impossible de faire des flints à plus de 65 pour cent de silice, tandis que dans les crowns, on peut pousser la proportion de silice jusqu'à 75 pour cent, sans que celle-ci se sépare en refroidissant lentement le verre fondu.

Lorsque la silice se sépare, elle peut le faire sous forme de grains blancs opaques, ou sous forme de cristaux. La figure 16 montre les deux formes. Le verre correspondant contenait 62 pour cent de silice et 25 p. cent d'oxyde de plomb. On voit sur la figure 17 des cristaux hexagonaux plus agrandis, et sur la figure 18 une cristallisation triangulaire. Il est à noter que ces cristaux sont apparus le long d'une strie, la masse du verre étant tout à fait transparente. Ils avaient la taille d'une tête d'épingle.

Il peut arriver que la silice se dépose de façon à rendre toute la masse opalescente. Ainsi, une fonte de 35 pour cent de PbO et 54 pour cent de SiO^2, par refroidissement plus lent que d'ordinaire, donna lieu à une apparence laiteuse de toute la masse du verre.

D'autre part, un verre peut être tout à fait transparent après le premier refroidissement dans le four, et peut devenir opalescent lors du refroidissement après moulage.

En général, la silice qui se sépare apparaît sous la forme de tridymite (figures 17 et 18). L'auteur a pourtant obtenu dans un cas spécial de la cristabolite (figure 19).

2° *Séparation des silicates correspondant aux oxydes RO.* — Une certaine proportion d'oxyde du type RO dans un verre produit souvent une tendance à la dévitrification. Par exemple, le verre 65 pour cent SiO^2, 15 pour cent Na^2O, 20 pour cent CaO, dépose, par lent refroidissement du silicate de calcium. D'une façon générale, lorsque la proportion de chaux dans un verre est supérieure à 15 pour cent, le silicate de calcium a une tendance à se séparer. Cette séparation se produit sous la forme de fines aiguilles cristallines (figure 20). Souvent ces aiguilles rayonnent à partir d'un centre commun et forment dans le verre une sphère parfaite. On en a rencontré de la taille d'une balle de criquet. Avec les verres au baryum, la tendance du silicate de baryum à se séparer par lent refroidissement n'est pas marquée jusqu'à une proportion de 25 pour cent de BaO. A partir de cette proportion, les cristaux en aiguille de silicate de baryum se séparent. La figure 21 montre une telle séparation. Un autre type de cristaux peut apparaître, surtout lors du refroidissement après deuxième chauffage. On voit, sur les figures 22 et 23, le type des cristaux obtenus.

Les verres à oxyde de plomb ont ceci de particulier que l'on peut y incorporer plus de 50 pour cent de PbO sans produire de vitrification. La dévitrification dans de tels verres, à forte teneur en PbO, est même presque impossible à obtenir. Ce n'est que par refroidissement lent d'un verre à 80 p. 100 de PbO que l'auteur a pu obtenir l'apparition de silicate de plomb (figure 24).

CONCLUSION

Bien d'autres facteurs doivent être considérés attentivement par l'ingénieur verrier-opticien, que nous avons dû passer sous silence, tels que la couleur du verre, l'élimination des bulles, le recuit, etc. En ce qui concerne la couleur, pourtant, on peut ajouter ceci : sans exception, les verres contenant de l'oxyde de potassium sont moins colorés et plus brillants que ceux contenant la même proportion d'oxyde de sodium. Ceci est dû probablement au fait que les verres au potassium exercent une action moins corrosive sur l'argile des pots, et absorbent alors moins de composés ferrugineux, cause de la couleur. Il se peut aussi que les composés du fer se trouvent naturellement moins colorés dans les verres au potassium.

De cette étude se dégage la conclusion que la fabrication des verres d'optique est, en somme, une suite de recherches à caractère scientifique, mais faites à l'échelle industrielle. C'est à la condition de se pénétrer de cette idée que le directeur d'une usine de fabrication de verre d'optique pourra se trouver en mesure d'amener ses produits à répondre aux besoins complexes de l'industrie des instruments d'optique. Il devra rejeter les vieilles méthodes empiriques, introduire la science dans son établissement, c'est-à-dire s'entourer d'un personnel d'ingénieurs ayant, en même temps que le sens de la réalisation, celui de la recherche scientifique.

L. Bruninghaus,
Docteur ès-sciences,
Agrégé de l'Université.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1922).

Algèbre. 1. M. *Auric* donne diverses généralisations de l'algorithme de la réduction en fractions continues. Considérons ainsi les deux groupements initiaux G $(a_0,a_1,a_2\,;\,b_0,b_1,b_2)$; résolvons les équations

$$a_0 - x_2a_1 + y_2a_2 = 0, \quad b_0 - x_1b_1 + y_2b_2 = 0\,;$$

prenons pour λ_1 et μ_2 les entiers les plus voisins de x_1,y_2 et définissons a_3 et b_3 par les relations de récurrence

$$a_0 - \lambda_1a_1 + \mu_2a_2 - a_3 = 0,\ b_0 - \lambda_1b_1 + \mu_2b_2 - b_3 = 0.$$

On opérera alors sur $(a_1,a_2,a_3\,;\,b_1b_2b_3)$ comme sur G, et ainsi de suite indéfiniment.

3 et 2. Dans des Notes ultérieures, l'Auteur montre l'application de la méthode à la résolution de l'équation du 3e degré. Il indique en outre diverses propriétés de la réduction en fraction continue dans le domaine ana-

logue aux entiers complexes défini par deux quantités ω et ω' (de rapport imaginaire).

Analyse. 1. Considérant une famille de fonctions $f(x)$, holomorphes dans un domaine (D), M. *Paul Montel* dit que la famille est *quasi-normale* dans (D), si, de toute suite infinie

$$f_1(x),\ f_2(x),\ \ldots,\ f_n(x),\ \ldots,$$

formée de fonctions de cette famille, on peut extraire une suite partielle convergeant uniformément à l'intérieur de (D) sauf autour d'un nombre $\leqslant p$ de points, vers une fonction holomorphe qui peut se réduire à une constante infinie. Pour $p = 0$. on retrouve les propriétés des familles normales. L'Auteur indique diverses propositions relatives à ces familles de fonctions ; et comme application, il en déduit une généralisation du théorème de Schottky.

6. De même, dans une seconde Note il énonce des généralisations remarquables du théorème de M. Landau, et notamment, la suivante : Si, parmi les $f(x)$ holomorphes pour $x = 0$, et prenant ainsi que leurs dérivées jusqu'à un certain ordre des valeurs données, en des points donnés, il n'existe aucun polynome d'ordre p, on peut trouver un nombre R, ne dépendant que des points et des valeurs donnés, et tel que pour $|z| \leqslant R_1$ $(R_1 > R)$: ou bien $f(x)$ n'est plus holomorphe. ou bien $f(x)$ prend plus de p fois l'une des valeurs 0 ou 1 (on a $p = N - 2$, N étant le nombre total des fonctions et de leurs dérivées)

7. M. *Th. Varopoulos* indique comment on peut étendre l'énoncé précédent aux fonctions multiformes $u(x)$, définies par $u^n + \sum_1^n A_j(x) u^{n-j} = 0$, les A_j étant, par exemple, des fonctions entières.

2. Précédemment, M. *Th. Varopoulos* avait annoncé que pour toute fonction $\mu(x)$, croissant moins vite que x, on a

$$\mu[x + \nu(x)] < 0.\mu(x)$$

à partir d'une certaine valeur de x [0 nombre quelconque > 1, et $\nu(x)$, fonction décroissante quelconque].

3. En cherchant à vérifier l'équation de Laplace, dans l'espace à 4 dimensions rapporté à des coordonnées hypercylindriques, M. *Pierre Humbert* est amené à rencontrer deux généralisations de la fonction de Mathieu ; l'une de ces fonctions nouvelles dépend de deux variables effectivement distinctes.

4. Avec M. *Gustave Dumas* triangulons une surface unilatérale T, pour appliquer sur un plan le polyèdre ainsi obtenu (après coupures, s'il y a lieu). La considération du domaine plan qui en résulte permet d'établir l'existence de cycles unilatéraux, non homologues à zéro ; ces cycles précisent d'une façon importante la notion du tableau de Poincaré pour T.

5. M. *Arnaud Denjoy* étend notablement les résultats récents de M. Wolff ; il montre, par exemple, que si $f(z)$ est une fonction holomorphe à l'intérieur d'un contour C' contenant C, et aussi sur C', on peut choisir, indépendamment de $f(z)$, des points α_n ayant pour ensemble dérivé C et C', et tels que la série $\sum_1^\infty \frac{A_n}{z - \alpha_n}$ et ses dérivées convergent régulièrement vers f et ses dérivées dans C, et sur C, et vers 0 et ses dérivées hors C' et sur C' ; on a de plus

$$\log |A_n| < - \sqrt{n}\ .\ n^{-\varepsilon}\ .$$

L'Auteur ajoute, en outre, d'importants compléments à la théorie de la monogénéité de M. Borel.

8. Comme le montre M. *A. Angelesco*, si une fonction $f(x)$ continue dans l'intervalle (a,b) satisfait aux n conditions

$$\int_a^b K(x) x^{\mu_i} f(x)\,dx = 0, \quad \begin{cases} i = 0,\ \ldots,\ n-1 ; \\ \mu_i \neq 0 ; a > 0,\ b > a,\ K(x) > 0 \end{cases}$$

l'équation $f(x) = 0$ a au moins n racines réelles et distinctes dans l'intervalle (a,b). L'Auteur applique ce théorème aux fonctions biorthogonales et aux polynomes de Laguerre.

9. M. *Armand Cahen* présente quelques remarques sur les équations différentielles $F(y', y ; x) = 0$, de genre zéro et du second degré. Il indique des formes canoniques de réduction suivant la nature de l'ordre de multiplicité des racines du discriminant.

Géométrie. 1. M. *G. Tzitzéica* modifie la théorie des réseaux continus de l'espace projectif en substituant à l'équation aux dérivées partielles vérifiée par une coordonnée projective l'équation *aux différences finies.*

$$x_{i+1,k+1} + a_{ik} x_{i+1,k} + b_{ik} x_{i,k+1} + c_{ik} x_{ik} = 0.$$

Beaucoup de résultats classiques peuvent être ainsi étendus.

2. M. *R. Jacques* applique les méthodes de M C. Guichard à l'étude des surfaces telles que les axes des cercles de courbure à une famille de lignes appartiennent à un complexe linéaire.

Géométrie infinitésimale. 1. Sophus Lie a déterminé toutes les surfaces de l'espace S_3 susceptibles de deux ou plusieurs modes de génération, au titre de surfaces de translation, Mais, comme le montre M. *Bertrand Gambier* la méthode de Sophus Lie ne fournit pas dans S_n $(n > 3)$ toutes les surfaces de cette nature.

2. Soient $(X_1, \ldots, X_{2n})$ les coordonnées d'un point décrivant un réseau dans un espace S_{2n}, et $\xi_1, \ldots, \xi_{2n}$; $\eta_1, \ldots \eta_{2n}$ les paramètres normaux de ses tangentes On a

$$\frac{\partial X}{\partial u} = h\xi\ ; \quad \frac{\partial h}{\partial v} = lm\ ; \quad \frac{\partial \xi}{\partial v} = n\eta\ ;$$
$$\frac{\partial X}{\partial v} = l\eta\ ; \quad \frac{\partial l}{\partial u} = hn\ ; \quad \frac{\partial \eta}{\partial u} = m\xi.$$

Le réseau sera Ω_{oo} au sens de M. *C. Guichard* si l'on a

$$[\xi,\eta] = - mU + nV\ ;$$

et, pour cela, il faut et il suffit que $\frac{\partial q}{\partial v} = nr$, $\frac{\partial r}{\partial u} = mq$, avec $q = [X,\xi] - hU$, $r = [X,\eta] - lV$; s'il existe, de plus, des réseaux parallèles à Ω_{oo} et tels que $q = 0 = r$, ces réseaux seront dits *normaux*. L'Auteur montre que dans un S_{2n} il y a $2n$ réseaux normaux linéairement distincts, parallèles à un Ω_{oo} ; il en fait connaître diverses propriétés.

Hydrodynamique. — Comme corollaire d'une proposition plus générale, M. *D. Riabouchinski* montre que l'énergie cinétique d'un mouvement avec glissement dans un fluide, y compris l'énergie du fluide mort, est plus grande que l'énergie cinétique du mouvement non glissant correspondant ; de plus, si l'on déduit un corps B d'un corps A en lui ajoutant des surfaces infiniment minces coupant les lignes de courant. l'énergie cinétique du fluide sera plus grande pour B que pour A.

Nomographie. 1, 2 et 3. M. *Ch. Lallemand* et M. *d'Ocagne* consacrent trois notes successives à l'histoire et à la critique des diverses méthodes nomographiques. M. d'Ocagne fait ressortir les avantages de la méthode des points alignés pour l'immense majorité des équations à quatre variables. M. Ch. Lallemand ajoute que dans d'autres cas, tel autre procédé (comme celui des abaques hexagonaux) peut rendre aussi de précieux services.

Navigation. — M. *F.-E. Fournier* indique différentes

formules numériques qui relient les constantes de la forme de la carène d'un navire, les déplacements de sa hou'e satellite, son aptitude à la vitesse, sa vitesse la plus économique et la résistance de l'eau à la translation. Il résulte notamment de ces formules que les carènes où l'incidence latérale moyenne sous laquelle les lignes d'eau de la proue attaquent la masse liquide est inférieure à 10°39'40" sont les plus aptes à la vitesse.

René GARNIER.

Physique du globe

L'ionisation de l'atmosphère. — 1. On a constaté depuis longtemps que l'air le plus « pur », loin des agglomérations urbaines, n'est pas un isolant parfait. Un électroscope, intallé en un point quelconque de l'atmosphère et isolé, se décharge avec une vitesse qui dépend de la conductibilité de l'air et peut servir à la mesurer. Dans les grottes, dans les caves closes, etc., la déperdition est plus rapide qu'à l'air libre. On peut conclure de ces observations que l'air est ionisé.

Dans un cylindre relié à un électroscope faisons passer un volume connu d'air. Si le cylindre est porté à un potentiel positif suffisamment élevé tous les ions négatifs seront captés ; la divergence des feuilles de l'électroscope diminuera et de cette diminution on pourra déduire le nombre d'ions négatifs contenus dans le volume d'air introduit et, par suite, le nombre d'ions négatifs par centimètre cube. En donnant au cylindre une charge négative on déterminera, de la même manière, le nombre d'ions positifs.

Le nombre d'ions varie beaucoup suivant les circonstances : très faible quand l'atmosphère est chargée de poussières ou de brouillard, il augmente quand le ciel est pur et le temps sec ; il est généralement plus grand l'été que l'hiver, le jour que la nuit ; il croît aussi avec l'altitude, tout au moins pendant les quelques kilomètres qui ont pu être explorés.

L'ionisation semble atteindre son maximum dans une couche dont l'altitude est voisine de 50 km. environ, région où il semble qu'on soit en droit, d'après les mesures faites par les observateurs norvégiens, de situer le siège des aurores boréales : la pression y est un peu inférieure à 1 mm. de mercure.

Dans la basse atmosphère, par beau temps, un centimètre cube d'air contient environ 800 ions positifs et 680 ions négatifs. La terre, se comportant comme un conducteur chargé négativement, repousse les ions négatifs et attire les ions positifs, d'où la plus grande proportion de ces derniers au voisinage du sol.

L'attraction des ions positifs par le sol détermine un courant électrique de convection, soumis à des variations diurnes et saisonnières, mais dont on peut évaluer approximativement la densité moyenne à 3×10^{16} ampères par centimètre carré, ce qui donne, pour la surface entière du globe, un courant d'environ 1.500 ampères. On s'explique encore très mal comment peut s'entretenir un tel courant, dans un sens toujours le même, et c'est là une des nombreuses énigmes que laisse subsister l'étude de l'électricité atmosphérique.

2. L'ionisation de l'atmosphère peut tenir à diverses causes. Elle a été rattachée à l'action des émanations radioactives dont on a démontré la présence constante dans l'atmosphère. Ces émanations sont, comme on le sait, des gaz radioactifs lourds, qu'on doit par suite trouver en plus grande abondance au voisinage du sol: on s'explique ainsi la forte ionisation observée dans les caves et les grottes.

Une partie de l'ionisation atmosphérique peut également être due à l'action des rayons X très pénétrants produits par les diverses substances radioactives renfermées dans le sol.

Il faut encore faire intervenir l'action ionisante de la lumière solaire, très riche en radiations ultra-violettes, et celle des électrons émis par le soleil. Ces deux causes interviennent surtout dans la haute atmosphère.

3. Indiquons maintenant très brièvement comment l'ionisation de l'air permet d'interpréter l'électrisation négative du globe et la plupart des phénomènes électriques dont l'atmosphère est le siège.

Supposons que, par suite d'une cause refroidissante quelconque, la vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air soit amenée à une température inférieure au point de saturation. Si l'air est chargé de poussières, une sursaturation est impossible, car les particules solides flottant dans l'air jouent le rôle de noyaux de condensation et deviennent chacune le centre d'une gouttelette liquide qui tombe lentement. Mais lorsque les poussières auront été préalablement éliminées par ce mécanisme, c'est-à-dire qu'elles auront provoqué la formation d'un premier nuage et été entraînées par sa chute, la sursaturation deviendra possible. Si le degré de sursaturation augmente, les ions négatifs, les plus actifs, provoqueront sur eux seuls la condensation de la vapeur d'eau dès que le degré de sursaturation aura atteint une certaine limite.

Le nuage ainsi formé emporte une charge négative et la transmet au sol lorsqu'il se résout en pluie. La couche d'air où s'est produite la condensation conserve un excès d'ions positifs.

4. On attribue à la forte ionisation de la haute atmosphère certaines particularités constatées dans la propagation des ondes hertziennes utilisées en T. S. F. On est amené à concevoir qu'un gaz ionisé, par suite conducteur, de l'électricité, joue le rôle d'un écran pour les ondes électriques. La région de l'atmosphère dans laquelle ces ondes peuvent se propager est donc confinée, en grande partie, dans une sorte de coquille d'air médiocrement conducteur où les ondes sont guidées par la couche ionisée de la haute atmosphère et la terre conductrice de manière à voyager sans grande perte d'énergie. La réflexion par la couche ionisée de la haute atmosphère est, dans ses traits généraux, analogue à celle du son par les nuages, les fourrés, les rideaux etc. Les ondes hertziennes émises par un poste puissant sont donc, en partie, réfléchies sur les couches élevées de l'atmosphères, renvoyées vers le sol qui les réfléchit à nouveau vers l'atmosphère et ainsi de suite : grâce à ces réflexions successives, on s'explique que les ondes puissent suivre un trajet brisé et atteindre par exemple le point antipode du point d'où elles sont parties, ainsi qu'on l'a observé dans des expériences récentes.

Nous avons mentionné que l'ionisation de la haute atmosphère était provoquée : 1° par le choc des électrons venus du soleil ; 2° par l'action des rayons ultraviolets du soleil. La deuxième de ces causes disparaissant la nuit, on conçoit que la couche ionisée soit beaucoup plus épaisse et descende beaucoup plus bas le jour que la nuit. Pendant le jour, les ondes hertziennes ne peuvent atteindre une station éloignée qu'après avoir subi entre le sol et la couche ionisée un grand nombre de réflexions qui les affaiblissent. La nuit, par suite de la plus grande altitude de la couche réfléchissante, le nombre de réflexions est bien moindre ; il se produit moins de pertes dans la propagation d'une

station à une autre et la transmission des signaux est bien meilleure ainsi qu'on l'a constaté dès l'utilisation pratique de la T. S. F. (1). A. BOUTARIC.

Chimie

Le Jubilé scientifique de M. Henry Le Chatelier. — Nous avons annoncé (*Revue Scientifique*, 28 janvier 1922, p. 59) que, le 22 janvier dernier, dans l'amphithéâtre de Chimie de la Sorbonne, M. Henry Le Chatelier avait reçu la médaille d'or, gravée à son effigie, à l'occasion du cinquantenaire de sa sortie de l'Ecole polytechnique. Nous pensons devoir reproduire quelques extraits des discours qui furent prononcés, dans cette cérémonie, par M. Noblemaire, président du Comité jubilaire, par M. Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences, et par M. Le Chatelier.

I. EXTRAIT DU DISCOURS DE M. NOBLEMAIRE

Un petit groupe d'amis et d'élèves d'Henry Le Chatelier s'est constitué, il y a quelques mois, avec l'intention de consacrer, par l'offre d'une médaille, le souvenir de ses importants travaux et des découvertes qu'il a faites dans le domaine de l'application des Sciences à l'Industrie, pendant une carrière qui compte aujourd'hui cinquante ans de durée. Et l'on m'a prié d'en prendre la Présidence. J'ai accepté avec d'autant plus d'empressement, qu'à côté de l'affection que je porte au fils, le Professeur et l'Académicien, ce m'était une occasion de payer un nouveau tribut de reconnaissance à la mémoire du célèbre ingénieur qu'était son père, l'un des créateurs, avec les Petiet, les Flachat, les Polonceau, des chemins de fer en France. Il m'a honoré de sa particulière bienveillance et m'a orienté, en 1862, j'avais trente ans alors, dans la carrière des chemins de fer, que j'ai longuement parcourue depuis, en m'efforçant de faire honneur à son patronage.

.....

Entré en 1869 à l'Ecole Polytechnique (où l'ont suivi plusieurs de ses frères, ils sont tous distingués, dans cette famille), Henry Le Chatelier en sort dans le corps des Mines. Dès 1877, il revient à l'Ecole des Mines, comme professeur de Chimie générale. Il y poursuit pendant plusieurs années (intrigué par les produits et les résidus des fours à chaux de son grand-père, chez lequel il passait ses vacances) des études sur les composés qui prennent naissance lors de la cuisson des ciments et sur les réactions qui se produisent au moment de leur prise. Il y constate l'importance de la formation des hydrates et la précipitation des moins solubles en cristaux très petits, dont l'enchevêtrement donne de la résistance à la masse. C'est cette théorie qui, vérifiée au laboratoire, précise les limites de composition des ciments de Portland.

Puis, en collaboration avec mon vieux camarade Mallard, il entreprend deux séries de recherches :

L'une, sur la composition et les circonstances de formation de diverses espèces minérales ; c'est l'origine de ses travaux ultérieurs sur les transformations allotropiques.

L'autre, à la suite d'une catastrophe due au grisou, dans notre bassin de Saint-Etienne, sur la combustion des mélanges gazeux (limite d'inflammabilité, températures d'inflammation, vitesse de propagation de la combustion, etc.). Elle a fourni des résultats fondamentaux sur la connaissance des propriétés des mélanges gazeux.

En 1887, il est nommé professeur de Chimie industrielle et de Métallurgie générale, à l'Ecole des Mines et aborde l'étude de l'utilisation des combustibles dans les foyers industriels. Les lois de la mécanique chimique lui permettent d'établir le bilan du foyer. Il a exposé toutes ces questions dans son ouvrage, aujourd'hui classique, *Le Chauffage industriel*, et tous les résultats qu'il y indique ont été confirmés et d'une singulière utilité pendant la dernière guerre, quand la hausse effrayante du prix des combustibles demandait à tout prix leur économie.

Puis, viennent ses études complétant les premières recherches d'Osmond, sur la constitution des alliages métalliques. C'est grâce à lui qu'on sait aujourd'hui qu'un alliage de deux métaux est toujours formé par la juxtaposition, soit des cristaux des deux métaux, soit des cristaux de l'un avec une combinaison définie de l'autre, ou même avec des cristaux mixtes de composition variable. Pour aboutir à cette conclusion et suivre la marche de refroidissement d'un alliage fondu, il fait usage du galvanomètre double Saladin-Le Chatelier ; et, pour étudier la structure d'un échantillon métallique, il invente son microscope métallographique.

C'est lui encore qui a l'idée des méthodes d'analyse physico-chimique pour étudier les variations de la dilatation, de la résistance électrique, etc...

L'évaluation des températures élevées de la métallurgie était impossible, avant Le Chatelier, au-dessus de 400 degrés centigrades. Il résout ce problème important par l'invention de son pyromètre thermo-électrique.

Ces outillages sont maintenant dans les laboratoires de toutes les usines métallurgiques. C'est grâce à la généralisation de ces méthodes d'investigation que ces industries peuvent être, aujourd'hui, conduites d'une façon véritablement scientifique.

Pendant dix années, de 1888 à 1897, Le Chatelier continue, sur la mécanique chimique, les recherches commencées par Berthollet, Sainte-Claire Deville, puis Berthelot, et en établit, enfin, la doctrine. Il raisonne sur les faits expérimentaux déjà connus, rattache les phénomènes chimiques aux lois générales de la thermodynamique et établit ainsi un certain nombre de principes aujourd'hui classiques (loi de l'équilibre chimique, loi du déplacement de cet équilibre, lois générales de la dissolution, etc.). La seconde de ces lois permet de définir l'effet d'une variation de l'un des facteurs de l'équilibre sur l'état final d'un système.

Grâce à cette découverte fondamentale, il est possible maintenant de dire *a priori* s'il faut, pour obtenir tel ou tel produit, chauffer ou refroidir, comprimer ou détendre les corps que l'on fait réagir. Ces réactions d'équilibre sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne l'avait soupçonné, en particulier le rôle de la pression qui a permis de réaliser la synthèse de l'ammoniac. L'industrie allemande avait compris de suite, l'importance de cette synthèse et l'avait réalisée à l'usine d'Oppau, et l'on a pu dire au dernier Congrès de Chimie appliquée, que, dès 1900,

(1) Mentionnons en passant que, d'après les calculs de *Störmer* confirmés par les expériences de *Birkeland*, le nombre des électrons captés par notre globe en une région ne varie pas beaucoup, que la région soit tournée vers le soleil ou soit à l'opposé. Ainsi le bombardement de la Terre par les électrons venus du Soleil et par conséquent, l'ionisation de la haute atmosphère qui en résulte ne varient pas beaucoup entre le jour et la nuit.

M. Le Chatelier avait précisé toutes les conditions à réaliser pour cette fabrication.

Pendant longtemps, les cours de Chimie n'ont été que l'énumération des différents corps, l'indication de leurs propriétés et les recettes qui permettent de les obtenir. M. Le Chatelier, le premier, a voulu donner une autre forme de l'enseignement (*Leçons sur le carbone, la silice et les silicates*) ; il a formulé d'une façon précise les lois générales de la Chimie et présenté les faits particuliers comme des applications de ces lois. Ce fut une révolution dans l'enseignement supérieur. Aujourd'hui l'idée a fait son chemin et, de tous côtés, les cours de chimie ont été modifiés, ou sont en voie de modification, dans ce sens.

En reconnaissance de la continuité de ces recherches et de l'importance de leurs résultats, l'Académie des Sciences admet, en 1908, Henry Le Chatelier au nombre de ses membres.

C'est pour célébrer cette suite ininterrompue de recherches fécondes que les amis et les admirateurs d'Henry Le Chatelier ont eu l'idée de lui offrir cette médaille d'or. L'éminent graveur Lamourdedieu y a, d'un côté, reproduit les traits de son visage. Sur l'envers, il le représente en pied, pensif, dans son laboratoire, au milieu des appareils qu'il a inventés pour poursuivre ses recherches. Elle apprendra ou rappellera, à ceux qui l'aiment, la figure et les travaux persistants de notre ami. Je suis, je crois, le plus ancien d'entre eux et je suis très heureux, mon cher Le Chatelier, d'avoir été choisi pour vous l'offrir.

Grâce à la générosité avec laquelle ses admirateurs, tous les industriels qui ont tant profité de ses découvertes, ont répondu à notre appel, notre Commission se trouve disposer, tous frais payés, d'une somme qui dépassera cent mille francs. D'accord avec notre ami, elle la mettra à la disposition de l'Académie des Sciences pour que cette somme soit employée aux fins scientifiques qui se montreront les plus opportunes.

.....

II. — Extrait du discours de M. Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences

.....

Dans les cruelles années que nous venons de vivre et où notre existence nationale fut en jeu, dans cette guerre abominable qui fut une guerre industrielle, et où il nous a fallu improviser une réponse aux armes empoisonnées que nos ennemis avaient demandées à la science, nul n'était plus qualifié que vous pour venir au secours de la patrie ; vous n'y avez pas manqué. Le Ministère de la Guerre vous a chargé du contrôle des fabrications du matériel de guerre et vous l'avez exercé dans toutes les grandes usines métallurgiques ; divers problèmes, tels que la trempe des projectiles, les causes d'éclatement des canons, le décapage des métaux, la fabrication du nitrate d'ammoniaque, les propriétés des briques de silice, la fixation de l'azote à l'état de cyanure, ont été résolus directement par vous ou sous votre direction.

La guerre nous a fait toucher cruellement du doigt l'intérêt qui existe pour le pays dans une intime union entre la science et l'industrie ; utiles l'une à l'autre, leur collaboration est de la plus grande nécessité pour l'essor économique et pour la sécurité même de la Nation ; il faut absolument que, réalisée pendant la guerre à l'heure du danger, elle subsiste et se développe pendant la paix ; c'est une des conditions indispensables pour notre relèvement.

Mais vous avez bien indiqué, mon cher collègue, comment cette union sera féconde ; c'est à la condition expresse que la science ne se désintéresse pas des problèmes industriels et qu'elle ne sacrifie pas, non plus d'ailleurs que l'industrie, à l'idée qu'il existe deux sortes de méthodes de travail, l'une réservée à la science pure, l'autre destinée à ses applications ; la vérité est une et pour l'atteindre il n'existe pas plusieurs chemins.

Vous avez tracé un programme de recherches scientifiques et industrielles, disons scientifiques tout court, lorsque vous avez réclamé l'institution de laboratoires nationaux ; rien n'est encore réalisé à cet égard, mais je ne peux croire que l'idée ne portera pas ses fruits ; sous une forme ou sous une autre, il est absolument nécessaire que les savants aient à leur disposition les moyens de travail qui leur permettent de servir à la fois la vérité et l'humanité, et je suis certain que, dans la mesure où cela sera nécessaire, l'industrie se fera un devoir bien compris de contribuer à en assurer la réalisation.

Lorsqu'on connaît le savant que vous êtes, on peut deviner sans peine ce par quoi se caractérise votre enseignement ; les faits sont innombrables en chimie ; chaque corps présente des propriétés physiques qui lui sont propres, il réagit d'une manière particulière sur chacun des autres et le nombre des combinaisons connues ou à connaître est pratiquement infini. S'agit-il d'établir devant les étudiants une série aussi complète que possible de fiches signalétiques et de leur demander ainsi un effort de mémoire aussi considérable qu'inutile ? Il faut avouer que souvent ce fut là la méthode employée pour initier les jeunes aux beautés de la chimie...

.....

Vous avez plus qu'aucun autre réagi, en prêchant d'exemple, contre cette manière de comprendre l'enseignement et vous vous êtes attaché, dans la chaire que vous occupez, à donner aux étudiants le goût de la précision et de la méthode ; ne faisant appel qu'à un nombre de faits strictement indispensables, vous montrez comment il convient d'effectuer les mesures qui s'y rapportent, comment à partir de ces mesures on s'élève à l'établissement de lois plus ou moins générales et comment celles-ci permettent à leur tour de prévoir de nouveaux faits particuliers ; tout le reste est affaire de documentation, et c'est aux dictionnaires que vous adressez vos élèves pour cet objet...

.....

A côté de l'enseignement oral, un professeur de sciences expérimentales a la charge peut-être encore plus importante d'un laboratoire ; c'est là, en effet, que son action se fait le mieux sentir ; je sais avec quel soin vous guidez ceux qui se confient à vous ; ils trouvent à chaque instant près de vous de précieux conseils, vous savez faire passer en eux la foi qui vous anime et leur communiquer votre soif de clarté et de précision.

Depuis quatorze ans que vous êtes des nôtres, vous avez eu près de 100 élèves de recherche ; 14 thèses de doctorat d'Etat, 10 d'Université sont sorties de votre laboratoire, et je ne compte pas les nombreux diplômes d'études et notes isolées qui sont, en dehors de vos travaux personnels, le fruit de votre activité.

.....

III. — Extrait du discours de M. Henry Le Chatelier

.....

Mon père avait des principes très arrêtés sur les

Sciences. Il aimait passionnément la géométrie, mais avait peu de considération pour l'analyse. Il me fit lire très jeune le traité de statique de Poinsot, et plus tard son mémoire sur la rotation des corps. Il me répétait souvent l'adage de ce savant : « On ne retrouve jamais à la fin d'un calcul que ce que l'on y a mis en commençant ». Il me faisait étudier ses anciens cours, refaire les problèmes qu'il avait faits lui-même au collège. Il avait entre autres conservé de petits cahiers de devoirs soigneusement composés et élégamment brochés sur la construction des triangles. J'ai appris là ce qu'est la discussion d'un problème. J'ai fait refaire ces discussions de problèmes à mes fils et je les fais refaire maintenant à mes petits fils, de telle sorte que l'influence d'un bon professeur, vivant exactement il y a un siècle, se fait encore sentir directement aujourd'hui. Quelle meilleure preuve de la liaison inéluctable rattachant chaque homme à ses ancêtres du corps et de l'esprit, comme le disait Berthelot.

Mon père me faisait également lire les mémoires de chimie qu'il recevait de ses amis, Sainte-Claire Deville, Debray, Dumas, Chevreul et les Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Le dimanche matin, il m'employait comme préparateur dans un petit laboratoire où il étudiait les applications industrielles de l'alumine. Dans l'après-midi, il me menait parfois au laboratoire de Sainte-Claire Deville. Je rencontrais là des savants éminents, dont les conversations avaient généralement un tour assez libre, sans grand rapport avec la Science. Ma connaissance très complète de l'œuvre de Sainte-Claire Deville me procura des succès au concours général et aux examens de l'Ecole Polytechnique, succès qui me firent une réputation de chimiste et décidèrent ainsi de toute l'orientation de ma carrière.

Avant 15 ans, je subis une seule influence, celle de ma mère: Physiologiquement elle me légua un système nerveux impressionnable à l'excès. Cela est souvent très pénible, mais parfois aussi profitable, surtout pour la recherche scientifique. En augmentant l'acuité de vos sensations, cela vous facilite l'observation des phénomènes nouveaux rencontrés à l'improviste au cours d'un travail. Ma mère était la dernière survivante d'une vieille famille parisienne. Un de ses arrière-grands-pères, le géographe Buache, était déjà un parisien très casanier. D'après une tradition conservée dans la famille, il aurait été une fois dans sa vie par le coche d'eau à Saint-Cloud, mais n'avait pas renouvelé une seconde fois une tentative aussi audacieuse, ce qui ne l'avait pas empêché de décrire, dans sa géographie universelle, les deux hémisphères de notre planète.

Ma mère, catholique ardente, enthousiaste de la poésie, mettant au-dessus de tout le sentiment du devoir et de l'honneur, renonça de bonne heure à toute relation mondaine pour se consacrer entièrement à l'éducation de ses enfants. Je fus habitué à une discipline très stricte : il fallait se lever à l'heure, préparer en temps utile ses devoirs et ses leçons, manger de tout aux repas, etc. J'ai conservé toute ma vie le respect de l'ordre et de la loi. Pendant mon passage à l'Ecole Polytechnique, la discipline militaire ne m'a aucunement pesé. Aujourd'hui encore je ne sais pas suffisamment apprécier la liberté touchant à la licence, dont nous jouissons à la Sorbonne. Le régime de l'Ecole des Mines, où j'étais astreint à faire mon cours à des heures déterminées, choisies au mieux des intérêts des élèves, à suivre un programme déterminé, à faire passer les examens à des dates fixées un an à l'avance me plaisait davantage. L'ordre est pour moi une des formes les plus parfaites de la civilisation. Je n'envie pas l'indépendance du pochard qui zigzague à travers les voitures au risque de se faire écraser et arrête la circulation de nombreux promeneurs plus intéressants que lui.

Cette mentalité, ce culte de la règle, je les ai conservés dans la recherche scientifique. Mon plaisir consiste à étudier les lois de l'Univers, à en étendre les applications, à en découvrir de nouvelles conséquences Je n'ai jamais eu l'ambition de renverser aucune loi existante. Au contraire, la mise en défaut, seulement partielle, d'une loi me fait l'effet d'une tache sur un vêtement neuf. J'ai dirigé toutes mes recherches dans le but de confirmer et d'étendre les travaux de mes devanciers. Je l'ai fait par goût et sans aucun calcul, mais à l'usage j'ai reconnu plus tard que cette méthode était infiniment avantageuse. C'est folie de croire que chacun de nous peut créer de nouvelles sciences en renversant l'édifice péniblement élevé par des générations de savants. Tout progrès nécessite la collaboration d'un grand nombre de chercheurs ; la science, comme le disait Berthelot, est une œuvre collective.

La chute des Titans voulant escalader l'Olympe est de toutes les époques. Mon prédécesseur au collège de France, Schutzemberger, après une magnifique carrière scientifique, gâcha les dix dernières années de sa vie à vouloir mettre en défaut la loi des proportions définies. Il fut finalement obligé de reconnaître qu'il avait oublié de se prémunir contre le passage de l'acide carbonique de l'air à travers les trop longs tubes de caoutchouc de ses appareils.

De même, Sir William Ramsay, grisé par ses découvertes sensationnelles, voulut rayer de la Science cette loi de conservation des éléments de Lavoisier. Il transforma le cuivre en lithium et le silicium en carbone. Mais on lui montra bientôt que son prétendu carbone de transformation provenait de la graisse de ses robinets et son lithium du verre de ses fioles. Devenu neurasthénique, il essaya vainement de se remettre par un voyage aller et retour à Montevideo, puis quitta définitivement la Science et l'Enseignement pour se réfugier à la campagne. Aux jeunes chimistes, je ne saurais trop recommander de faire preuve d'une certaine modestie, de ne pas se proposer comme but de leurs premiers efforts de remettre en question toute science péniblement édifiée par leurs prédécesseurs. En se contentant au contraire d'ajouter quelques maillons de plus à une chaîne déjà solide, de préciser par des mesures exactes des lois déjà entrevues, on est assuré de faire un travail durable et profitable. Cela n'empêche pas, bien entendu, de garder l'œil ouvert pour le cas où l'on rencontrerait un phénomène imprévu, mais c'est une erreur funeste de poursuivre systématiquement la réalisation de découvertes sensationnelles. On fait les découvertes quand on peut et non quand on veut. J'ai conduit toute ma carrière scientifique sans aucune ambition de ce genre, me contentant de faire chaque jour la besogne que mes fonctions m'assignaient ; j'en ai été en fin de compte largement récompensé.

La vie humaine est semblable à un immense mécanisme dont tous les organes engrènent les uns avec les autres et dont le mouvement est régi par des forces échappant à notre contrôle. Notre libre arbitre intervient seulement pour assurer le bon fonctionnement de la machine, son plein rendement, en grais-

sant les rouages, en mettant en rapport les pièces correspondantes, comme dans une machine à tisser l'ouvrière emploie toute son activité à rattacher les fils, à huiler les courroies, à maintenir le degré hygrométrique voulu, la machine faisant en réalité tout le travail en dehors et au-dessus d'elle.

Mais nous pouvons aussi employer notre libre arbitre à jeter du sable dans les engrenages et à arrêter ainsi le fonctionnement de la machine. Le sabotage des lois humaines, des lois de la nature conduit directement à ce résultat. La discipline, le respect de la règle sont, au contraire, la source de toute science, de toute puissance, de toute civilisation. C'est là une vérité trop méconnue en France et une cause très grave d'infériorité pour nous dans la concurrence mondiale.

Mais à prêcher ainsi la discipline, oubliez-vous, me dira-t-on, que le Français a soif de liberté ; je le sais mieux que personne. Au cours de ma carrière, j'ai toujours exigé le respect complet de mon indépendance ; je ne me souviens pas avoir une seule fois baissé la tête devant un pontife de la science, ni devant une puissance politique. Elevé dans un milieu très libéral, j'ai eu plus que qui que ce soit la passion de la liberté. Mon père, ami et bras droit de Bineau, Ministre des Travaux publics de 1848, serait arrivé très jeune, sans le coup d'Etat de 1852, aux plus hautes situations dans l'administration. Mon grand-père maternel, ami personnel de Ledru-Rollin, fut mêlé plus directement encore au mouvement politique de cette époque ; enfin, ma mère avait conservé un souvenir enthousiaste du rôle de Lamartine pendant la Révolution. Ses auteurs préférés étaient Montalembert, Tocqueville, Ozanam, Lacordaire, Gratry, Cochin, en un mot tous les écrivains catholiques qui chantaient la liberté sous l'Empire. Aussi, suivis-je sans effort le mouvement de la jeunesse française aux environs de 1870. Mon idéal se résumait alors dans cette formule : « Vivre libre dans un pays libre. » Lors de la Révolution du 4 septembre, je crus naïvement la France définitivement sauvée et prête à reprendre le premier rang dans le monde.

Le domaine de la discipline et celui de la liberté sont entièrement différents. La discipline est le respect volontaire de la loi, soit de la loi sociale établie dans les formes légales par les hommes qui en ont reçu la mission, soit de la loi scientifique que nous trouvons inscrite depuis l'origine des temps dans le grand livre de la nature. Le sauvage se révolte contre la loi, l'homme civilisé l'accepte avec reconnaissance.

La liberté consiste, non pas à enfreindre la loi, mais bien au contraire, à se révolter contre toute violation de la loi, contre l'injustice, contre l'arbitraire...

.....

S. R.

Biologie

Biologie de l'œuf de Sabellaria. — Dans une série de communications récentes (*Comp. rendus de la Soc. de Biologie,* novembre et décembre 1921, janvier 1922), M. Fauré-Fremiet a fait une étude détaillée de l'œuf d'un Annélide marin, *Sabellaria alveolata* L., aux divers points de vue : morphologique, chimique et physiologique. Un des faits particulièrement intéressants mis en évidence par M. Fauré-Frémiet est celui de la *discontinuité* dans l'évolution morphologique du chondriome de l'œuf de *Sabellaria*. Dans de très jeunes oocytes, les mitochondries disposées en petits amas au contact de la vésicule germinative se distinguent très nettement. Quand commence la vitellogénèse, elles sont beaucoup plus nombreuses, et on les reconnaît toujours assez aisément. Mais, à mesure que s'accumulent les globules de vitelline et les gouttelettes graisseuses dans le cytoplasma ovulaire, l'observation des mitochondries devient de plus en plus difficile et finalement on ne les distingue plus du tout. Ce n'est pas qu'elles soient masquées par d'autres structures ; il paraît réellement que, dans l'oocyte mûr de *Sabellaria,* les mitochondries en tant qu'éléments figurés n'existent plus. Les méthodes cytologiques et chimiques mises en œuvre par M. Fauré-Fremiet concordent à cet égard. A un certain moment de l'évolution de l'œuf, la composition chimique du cytoplasma se trouve être telle que les constituants des mitochondries lipoïdes phosphorés ou complexe du genre des lécithalbumines, pourraient s'y dissoudre ; on chercherait donc en vain à ce moment des mitochondries au microscope. Mais à mesure que la segmentation progresse, la constitution du cytoplasma change et ainsi de nouveau peuvent être réalisées les conditions où les substances caractéristiques des mitochondries se revèlent à l'état figuré.

M. Fauré-Fremiet a reconnu d'autre part que la sensibilité de l'œuf de *Sabellaria* aux solvants des graisses subit des variations périodiques. Nous avons déjà rendu compte ici des travaux des auteurs américains relatifs à la sensibilité rythmique de l'œuf, et récemment encore d'un travail de Herlant, savant belge mort prématurément, sur les variations périodiques de la sensibilité de l'œuf d'un Oursin à divers composés chimiques. M. Fauré-Fremiet a pu vérifier sur l'œuf de Sabellaria ces variations en fonction du temps. Dans de l'eau de mer additionnée d'un mélange alcool + éther ou encore alcool + chloroforme, les œufs de *Sabellaria*, 5 minutes après la ponte, ont une sensibilité moyenne ; celle-ci s'accroît bientôt pour descendre ensuite à zéro puis remonter jusqu'à un maximum au début de la métaphase de la première figure de maturation, maximum où la sensibilité est telle que plus de 90 pour 100 des œufs subissent la cytolyse en présence du solvant. Mais de nouveau la sensibilité diminue, puis augmente pour diminuer encore et ainsi de suite.

Dans ses expériences sur l'œuf d'Oursin, Herlant a émis au sujet de la variation périodique de la sensibilité ou de la perméabilité de l'œuf l'hypothèse suivante : le protoplasma serait une émulsion de protéines et de lipoïdes dans laquelle les protéines sont tour à tour phase externe ou continue et phase interne ou dispersée. L'hypothèse de M. Fauré-Fremiet est un peu autre. Cet auteur a remarqué que, pendant les maxima de sensibilité, le cytoplasma de l'œuf se gonfle fortement sous l'action de l'alcool + chloroforme, tandis que pendant les minima il se gonfle moins ; cependant, dans ce dernier cas, les globules graisseux se gonflent légèrement, alors que, dans le premier, ils ne le font point. M. Fauré en conclut que l'œuf est toujours perméable à l'alcool + chloroforme, mais que le coefficient de partage de ce solvant entre la phase cytoplasmique continue et la phase lipoïde dispersée est variable, et ce de façon rythmique. En d'autres termes, l'œuf en voie de maturation et de segmentation serait le siège de variations périodiques dans l'équilibre des substances grasses réparties entre la phase aqueuse continue et la phase lipoïde dispersée.

Un dernier point enfin que nous relevons dans l'étude de M. Fauré est celui relatif aux échanges respiratoires des œufs de *Sabellaria*. Jacques Loeb et Wasteney ont insisté sur ce fait que chez l'Oursin, aussi-

tôt après la fécondation ou après une activation artificielle, les oxydations deviennent beaucoup plus intenses, environ 4 fois et jusqu'à 6 fois. Or, M. Fauré a constaté que, chez les *Sabellaria*, la consommation d'oxygène par les œufs fécondés est à peine plus élevée que par les œufs non fécondés et même ne l'est pas du tout à des températures au-dessous de 16°. La très légère augmentation qu'on constate est en rapport avec l'accroissement de surface correspondant à la formation des premières blastomères. On pourrait évidemment répondre que l'œuf de Sabellaria n'est pas l'œuf d'Oursin, et que ce qui est vrai pour l'un peut ne pas l'être pour l'autre. Mais la question est plus haute. Dans la théorie de la fécondation chimique de Loeb, la notion de l'accélération des oxydations est tout à fait fondamentale. D'ailleurs, même *a priori*, on ne se représente pas qu'une initiation d'une série de phénomènes aussi importants que ceux qui se manifestent après le passage de l'œuf à l'état activé, que cette initiation ne comporte aucune modification des échanges respiratoires. Comment se fait-il que l'absorption d'oxygène soit la même dans les œufs fécondés ou non de *Sabellaria* ? Y a-t-il quelque réaction secondaire, superposée, pour les besoins de laquelle l'acide carbonique serait capturé avec dégagement d'oxygène ? L'accélération des oxydations ne serait-elle point aussi caractéristique de l'activation de l'œuf qu'on le pensait ? La perméabilité de la membrane de l'œuf subit-elle ou non une modification ? M. Fauré signale que la consommation d'oxygène est sensiblement égale pendant la segmentation normale ou pendant la cytolyse, de sorte que les deux processus différeraient peu l'un de l'autre au point de vue énergétique. Ceci ne nous paraît pas en désaccord avec les notions admises depuis Loeb ; on sait, en effet, que pour cet auteur l'activation de l'œuf est une cytolyse commençante. Quoi qu'il en soit, le problème demande à être repris. A. Drz.

Statistique

Le recensement de la population en France et en Algérie en 1921. — Les résultats provisoires du recencement fait le 6 mars 1921 ont donné pour la France les chiffres suivants, concernant 87 départements :

	Français	Étrangers
Paris	2.736.945	169.527
Seine (banlieue)	1.440.652	64.322
76 autres départements	26.481.637	826.599
10 départements envahis	5.425.032	354.680
Alsace et Lorraine	1.695.156	» »
	37.779.422	1.415.128
France entière	39.194.550	

Le recensement précédent fait le 5 mars 1911 avait donné :

	Français	Étrangers
Paris	2.729.905	458.205
Seine (banlieue)	1.219.458	46.474
76 autres départements	28.342.161	582.900
10 départements envahis	6.178.038	345.117
	38.469.562	1.132.696
France entière	39.602.258	
Alsace et Lorraine	1.874.014	
	41.476.272	

Les chiffres du recensement de 1921 ne comprennent pas les militaires qui étaient hors de France à la date du recensement.

Si on élimine l'appoint formé par l'annexion de l'Alsace-Lorraine, on constate une diminution de 2.385.000 habitants depuis 1911. Le nombre des étrangers s'est accru de 283.000 unités ce qui ramène à 2.100.000 environ le déficit de la population totale des 87 départements indiqués (*Journal de la Société de statistique de Paris*). L'appoint des trois départements d'Alsace et de Lorraine, 1.695.156 habitants, ne suffit donc pas tout à fait pour compenser les pertes causées par la guerre.

Algérie. — Voici les résultats relatifs à l'ensemble des territoires du Nord de l'Algérie (207.739 kilomètres carrés) non compris les territoires du sud (367.550 kilomètres carrés qui comptaient 494.000 habitants en 1911).

	Européens	Indigènes	Totaux
Alger	301.452	1.461.424	1.762.876
Constantine	163.739	1.999.455	2.163.214
Oran	342.594	928.052	1.270.646
	807.805	4.388.931	5.196.736

En 1911, la population dans ces trois départements était de :

Européens	786.548
Indigènes	4.282.974
	5.069.522

L'augmentation de la population des territoires nord de l'Algérie a donc été de 127.214 et n'est due qu'à un accroissement de la population indigène, les Européens étant en diminution. L. Ft.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

Les constructions navales en Angleterre, aux Etats-Unis et au Japon. — A l'occasion de la conférence de Washington, *The naval and military Record* du 25 octobre 1921 publie un article sur les constructions navales dans les principales marines du globe. Il n'est pas question de la France, qui, évidemment, pour l'Angleterre, n'est plus une nation maritime.

Dès la fin de la guerre, les Etats-Unis et le Japon se sont lancés dans des programmes considérables de construction navale et dépensent en même temps des sommes énormes pour améliorer la défense de leur littoral. A aucune époque, même pendant les années critiques d'avant guerre, où l'Angleterre et l'Allemagne faisaient la course aux armements, on n'a vu des programmes maritimes aussi impressionnants. Le Japon consacre 32 % de son budget total aux dépenses navales, dont 17 % aux constructions neuves. Si l'on se reporte au prodigieux essor de la marine allemande avant la guerre, on constate que l'Allemagne consacrait en 1914, à sa marine, 6,3 % de son budget total. Le Japon fait donc aujourd'hui un effort 5 fois plus grand.

Les Etats-Unis, le Japon et l'Angleterre ont mis en

construction des cuirassés superdreadnoughts (capital ships) dont le prix de revient sera au minimum pour chaque unité de 8 millions de livres anglaises (soit 400 millions de francs environ au cours actuel). Ces navires doivent avoir un déplacement voisin de 55.000 tonnes, filer 28 nœuds et être armés de pièces de 400 mm. à 500 mm. On envisage d'ailleurs la construction de navires encore plus gros, qui seraient armés de canons de 600 mm.

Le tableau suivant donne le nombre de cuirassés construits, ou en construction, depuis 3 ans en Angleterre, aux Etats-Unis et au Japon .

	Angleterre	*États-Unis*	*Japon*
Cuirassés terminés depuis 1918	1	3	2
Cuirassés en construction .	4	16	14
TOTAL	5	19	16

L'Angleterre est donc loin de tenir la tête et elle la tient d'autant moins que les navires antérieurs à 1918 commencent à être très démodés et que les 16 cuirassés américains en construction seront, à eux seuls, beaucoup plus puissants que toute la flotte britannique existante.

La même progression des marines américaine et japonaise se manifeste pour les destroyers et les sous-marins.

	Angleterre	*États-Unis*	*Japon*
Destroyers construits ou en construction depuis 1918.	49	220	92
Sous-marins.....	16	83	65

L'auteur de l'article du *Naval and Military Record* se demande avec anxiété — et aussi avec un certain dépit de constater l'infériorité britannique — à quelle catastrophe aboutira cette folie des armements aux Etats-Unis et au Japon. Il y a là matière à réflexion, même si la conférence de Washington arrive à réduire le nombre du capital ship. Pour qu'une nation supporte en effet le fardeau budgétaire d'une pareille course aux armements il faut qu'elle soit animée, à un degré intense, d'esprit impérialiste, et sur cet état d'esprit les conférences diplomatiques n'auront pas beaucoup d'action. J. R.

Électricité

Un nouveau laboratoire d'essais électriques à 200.000 volts. — A Grenoble, vient d'être créé un laboratoire d'essais pour les très hautes tensions, jusqu'à 230.000 volts. Ce laboratoire a été installé par les établissements Merlin et Gérin non seulement pour étudier le matériel de leur construction, mais encore pour le mettre à la disposition des ingénieurs désireux de faire des études. (*Houille blanche* nov.-déc. 1921.) On sait que des tensions de cet ordre sont envisagées aux Etats-Unis pour les lignes de transport d'énergie, et qu'il existe déjà en France des lignes de transport à plus de 100.000 volts et quelques laboratoires d'essais à très haute tension dans d'autres centres d'études électriques. L. R.

Industrie

Avantages du contrôle électrométrique de la réaction du milieu dans les industries biochimiques. — Depuis que les belles recherches de Sörensen ont établi que les phénomènes biochimiques sont étroitement soumis à l'influence de la concentration du milieu en ions hydrogène, de nombreux auteurs se sont efforcés de perfectionner les méthodes de mesure appropriées et d'en multiplier les applications. Tous leurs travaux ont confirmé, dans les domaines les plus variés, les faits mis en lumière par Sörensen et montré le grand intérêt qu'ils présentent à la fois dans les recherches de physiologie animale et végétale, de physiopathologie, de microbiologie, de chimie agricole, de chimie analytique, et dans la pratique des industries biochimiques On peut d'ailleurs aisément se rendre compte de l'importance de la question en parcourant le récent ouvrage de W. M. Clark où la bibliographie ne comprend pas moins de 60 pages (1).

La découverte par H.-A. Lubs des nouveaux indicateurs du groupe des sulfone-phtaléines, et les progrès qui ont été réalisés, notamment par W. M. Clark, Hildebrand et Bunker, dans la technique de l'électrode à hydrogène ont rendu la détermination colorimétrique et électrométrique de la concentration en ions si aisée qu'elle est pratiquée couramment aux Etats-Unis, dans la plupart des laboratoires scientifiques et industriels. Elle est très usitée également en Danemark, en Angleterre, en Suède, en Norvège, en Allemagne et commence à se répandre en France. Toutefois, dans notre pays, on ne se sert de la méthode électrométrique que dans un petit nombre de laboratoires, et c'est à la méthode colorimétrique que vont les préférences, surtout depuis que M. H. Agulhon est parvenu à mettre au point, dans une usine française, la fabrication des indicateurs spéciaux.

L'emploi de ceux-ci est simple, économique, et donne des résultats assez précis lorsque l'opérateur observe bien toutes les minutieuses précautions dont les spécialistes ont montré la nécessité. Je dois dire que ce n'est pas toujours le cas et que certains expérimentateurs prennent l'initiative de « simplifications » qui sont en réalité de grossières causes d'erreurs.

Si avantageuse que soit la méthode colorimétrique entre les mains d'un opérateur consciencieux, il y a des cas, principalement dans l'industrie, où elle ne donne plus la sécurité indispensable et où elle doit céder la place à la méthode électrométrique. Celle-ci est délicate à mettre en œuvre quand on lui demande des résultats d'une grande précision, nécessitant l'usage d'instruments de mesure très sensibles ; mais, par contre, elle devient d'application facile et peut rendre de réels services quand, à l'aide d'appareils spécialement adaptés, on l'utilise simplement pour contrôler une réaction acide ou alcaline donnée, en éliminant le facteur personnel et pour déterminer la concentration en ions H, non en valeur absolue, mais avec une approximation suffisante pour la surveillance d'opérations industrielles. J'ai eu l'occasion de m'en servir dans ces conditions ; les résultats que j'ai obtenus, avec la collaboration de Mlle E. Ossart et grâce aux indications qui m'avaient été fournies par les travaux américains et surtout le livre de Clark, ont été tels qu'il me semble utile de les rapporter, dans l'espoir qu'ils convaincront de nombreux chimistes et microbiologistes que d'importants avantages compen-

(1) The determination of hydrogen ions par Clark, un vol. in-8° de 317 pages. — Williams and Wilkins Company, Mount Royal Avenue Baltimore, Maryland U. S. A. En analysant cet ouvrage (*Revue Scientifique*, 27 août 1921, pages 476-477), j'ai déjà signalé sommairement les bons résultats que m'avait donnés la technique électrométrique simplifiée. Dans le même numéro de la *Revue*, j'ai insisté sur les avantages de l'appareil de Wendt et la commodité du dispositif analogue que j'employais (page 478, analyse de l'ouvrage de Leach-Winton).

sent largement les quelques difficultés techniques, d'ailleurs aisément surmontables, que présente l'usage de l'électrode à hydrogène.

Il y a deux ans, j'ai été amené à m'intéresser à des essais industriels dans lesquels on cherchait à provoquer la fermentation de moûts, à la fois très troubles et très colorés, par des microbes dont le maximum d'action correspondait à une réaction bien déterminée des liquides nutritifs. A ce moment, on se contentait de titrer l'acidité ou l'alcalinité des liquides essayés, en opérant à la touche avec du papier de tournesol très sensible, et en répétant plusieurs fois le titrage, de manière à diminuer le plus possible l'importance de l'erreur que comportait un procédé aussi grossier. Ce dosage était toujours effectué avec beaucoup de soin, sur 200 centimètres cubes, par le même chimiste qui déduisait du chiffre obtenu la quantité d'alcali ou d'acide devant être introduite dans 20 hectolitres de moût pour amener celui-ci à la réaction convenable. Avec cette technique, pour un même germe, le même liquide nutritif, la même température et le même mode d'ensemencement, dans le même temps et dans des conditions de réaction que l'on croyait identiques, les rendements des produits principaux de la fermentation variaient considérablement pour une série d'expériences successives. Parfois même il n'y avait pas de développement des germes ensemencés. En présence de résultats aussi inconstants bien des industriels auraient hésité à poursuivre les études en cours et auraient certainement repoussé la suggestion de continuer celles-ci en modifiant simplement le mode d'appréciation de la réaction des milieux.

Fort heureusement la distillerie où avaient été entreprises les expériences appartenait à un industriel fort instruit, se tenant au courant des progrès de la science et toujours prêt à en tirer parti. Dès que je l'eus documenté sur les travaux de Sörensen et de ses continuateurs, il se rendit compte de tous les avantages que présenterait pour ses essais le contrôle électrométrique de la concentration en ions H des milieux de culture.

Il me demanda d'expérimenter cette méthode en l'appliquant à mes recherches personnelles et dota généreusement mon laboratoire de tous les appareils nécessaires. Au bout de quelques mois, je pus lui indiquer une technique qui me donnait toute satisfaction et qui me semblait susceptible d'être employée dans l'industrie. Il la fit appliquer immédiatement par un jeune chimiste de distillerie que je mis au courant en peu de temps.

Très vite la supériorité du contrôle électrométrique de la réaction devint évidente; dans les mêmes conditions d'expérimentation et avec des milieux absolument identiques à ceux de la période précédente, les fermentations se montrèrent d'une régularité qu'on n'avait jamais pu obtenir. Des rendements, jusque-là fort variables et qui n'atteignaient en moyenne que 10 pour 1.000 s'élevèrent et se maintinrent d'une façon constante à un taux moyen de 15 pour 1.000. En un mot, les résultats furent si heureusement modifiés qu'ils ne fut plus question d'interrompre les essais mais, bien au contraire, de les continuer en opérant sur des quantités industrielles.

De plus, le procédé potentiométrique permit d'établir que les irrégularités observées antérieurement, étaient simplement le fait des erreurs inhérentes au titrage à la touche à l'aide de papiers indicateurs. J'ai eu l'occasion de mesurer la concentration en ions de deux échantillons d'un même milieu — très coloré, il est vrai — que deux chimistes consciencieux croyaient avoir exactement neutralisé, en opérant à l'ébullition à l'aide de la même solution alcaline, mais dans des conditions de luminosité différentes et avec des papiers de tournesol qui n'étaient point de même fabrication. J'ai constaté que dans les deux cas il y avait une très légère acidité, correspondant à une concentration en ions H d'environ 6 fois celle de la neutralité pour un des échantillons et de 19 fois pour l'autre. A l'intervention du facteur personnel, à de faibles différences de sensibilité de l'indicateur et à des changements d'éclairement correspondaient donc des variations importantes rendant impossible, pour les microbes étudiés, toute régularité dans les fermentations. Ce sont ces variations avec toutes leurs fâcheuses conséquences que supprime l'emploi constant du potentiomètre et de l'électrode à hydrogène (1).

Toutefois, ainsi que je l'ai déjà indiqué plus haut, pour obtenir de cette méthode des résultats satisfaisants dans les industries biochimiques ou les laboratoires microbiologiques et agronomiques, il est indispensable de ne pas demander aux procédés employés plus de précision qu'il n'est nécessaire et de ne pas perdre de vue qu'il s'agit du contrôle d'opérations industrielles ou agricoles et non de mesures destinées à élucider de délicats problèmes de chimie-physique. C'est ce qu'ont bien compris les savants américains qui ont fait établir, en vue des applications pratiques de l'électrode à hydrogène, des dispositifs potentiométriques fort simples à l'usage des opérateurs qui ne connaissent pas la technique pourtant si simple de la mesure des différences de potentiel par la méthode d'opposition de Poggendorf. C'est d'ailleurs en m'aidant des renseignements si précis donnés par G. Wendt (2) que j'ai réalisé une instrumentation analogue à celle de ce savant. Comme lui j'emploie, avec une électrode au calomel du type le plus courant, une électrode à hydrogène du modèle à cloche de Hildebrand. Au début de mes recherches je me suis servi du grand potentiomètre de Chauvin et Arnoux équipé avec un galvanomètre sensible, à miroir, et à lunette, dont le cadre avait une résistance de 675 ohms, mais je me suis rendu compte que pour les applications courantes il y avait avantage à ne pas employer un potentiomètre de grande précision et se contenter comme Wendt, d'un millivoltmètre gradué en centivolts et d'un long rhéostat à curseur convenablement choisi. Comme source de courant, au lieu de la pile sèche adoptée par Wendt, j'ai toujours pris un élément d'accumulateur. D'autre part, je me suis servi du même galvanomètre qu'avec le potentiomètre, mais j'ai pu également, grâce à la complaisance d'un spécialiste des mesures électriques, M. Pillier, dont les conseils m'ont été précieux au cours de mes premières expériences, essayer un galvanomètre à suspension élastique et à aiguille, ayant un cadre d'une résistance de 975 ohms et dont le champ magnétique et le couple antagoniste avaient été calculés spécialement. Wendt utilise un galvanomètre de ce genre qui est en effet plus commode pour les opérateurs n'ayant pas la pratique du galvanomètre industriel à miroir, mais je préfère ce dernier.

---

(1) Ce que je viens de dire pour les fermentations s'applique bien entendu aux actions diastasiques.

(2) *In* Food inspection and Analysis de Leach-Winton 4e édition 1920 Chapman and Hall Londres et J. Wiley and Sons New-York. — Chapitre XXII, pages 1020 à 1040, par Gérald Wendt, Professeur adjoint à l'Université de Chicago.

Avec le grand potentiomètre, qui m'a donné toute satisfaction, j'appréciais aisément le dixième de millivolt tandis qu'avec l'appareil simplifié, les déterminations étaient faites à 2 millivolts près. Le premier doit être réservé aux recherches très précises, le second est le dispositif qui convient le mieux aux recherches industrielles. Avec l'un, sorte de balance de haute précision, la mesure exacte de la concentration en ions avec l'électrode à hydrogène est une opération délicate, assez longue, soumise à l'influence des conditions d'isolement, de température, de pression, etc... et exigeant l'intervention d'un expérimentateur très au courant des méthodes et des théories physico-chimiques. Avec l'autre, que l'on peut comparer à un simple trébuchet d'analyse, il suffit d'être soigneux, adroit et consciencieux, pour obtenir d'une manière constante, même avec des liquides troubles et colorés, et beaucoup plus rapidement quand les appareils sont en ordre de marche, des résultats qui suffisent amplement, ainsi que de nombreux auteurs l'ont montré, dans la plupart des cas que peuvent envisager les biochimistes, les microbiologistes, les experts en matières alimentaires et les agronomes. C'est peut-être pour avoir voulu être trop précis dans des applications qui ne le comportaient pas, que bien des expérimentateurs se sont privés des avantages de la méthode électrométrique.

Alors même qu'elle n'aurait qu'un intérêt industriel ou agronomique — ce qui n'est pas — la technique simplifiée telle que la recommandent depuis plusieurs années quelques auteurs américains (Sharp et Hoagland, Clark, Kelley, Wendt) mérite vraiment de se répandre dans notre pays. Mieux que toute considération, les faits que j'ai rapportés plus haut plaident en sa faveur et montrent son intérêt pratique. Depuis dix-huit mois je l'applique couramment dans mes recherches, quitte à reprendre le potentiomètre, l'électromètre capillaire, les blocs de paraffine et l'électrode à secousses de Clark, le jour où je devrai effectuer des déterminations très précises.

Enfin, il est bon de rappeler que le dispositif électrométrique simple dont il vient d'être question peut être employé, comme les appareils de Wendt ou de Kelley, non seulement à la mesure approchée de la concentration en ions H et à la détermination précise du point final de titrages acidimétriques ou alcalimétriques, mais également pour mettre à profit la notion des potentiels d'oxydation qui comporte de si intéressantes applications en analyse quantitative minérale.

En terminant cette note, simplement destinée à vulgariser une méthode trop peu connue en France, je tiens à signaler aux lecteurs qui voudraient avoir des notions précises sur la portée pratique des travaux de Sörensen et de ses continuateurs l'intéressant chapitre que M. Kayser a consacré à ce sujet dans la dernière édition de sa *Microbiologie agricole* (1). De plus, il est utile d'indiquer aux personnes qui adopteront la méthode électrométrique le fascicule publié par *C. L. A. Schmidt et D. R. Hoagland* (2) ; elles y trouveront, en même temps qu'une importante bibliographie, des tables très commodes des forces électromotrices et des concentrations en ions H ou OH correspondantes qui en font un complément indispensable du livre de W. M. Clark (1).

Dr Albert Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

(1) Baillière, Paris, 2 volumes 1921.

(2) University of California Publications in Physiology, Mars 1919, vol. 5 N° 4. University of California Press Berkeley U. S. A., 50 cents.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 27 février, l'Académie a élu deux membres correspondants : M. Fredholm, de Stockholm, présenté en première ligne par la section de géographie, a été élu à la presque unanimité, en remplacement de M. Schwartz ; MM. Birkhoff, de Cambridge (Etats-Unis) et Castelnuovo, de Rome, avaient été présentés en seconde ligne.

M. Jumelle, de Marseille, présenté en première ligne par la section de botanique, a été élu en remplacement de M. Boudier par 42 voix contre 8 à M. Guilliermond, de Lyon. MM. Maire, d'Alger, et Mirande, de Grenoble, étaient présentés en seconde ligne.

Académie d'Agriculture. — S. A. S. Albert Ier, prince de Monaco, a été élu membre étranger.

Académie de Belgique. — Le 150e anniversaire de la fondation de l'Académie royale sera célébré prochainement.

Académie des Sciences de Suède. — Le professeur Ferdinand Widal, de la Faculté de médecine, membre de l'Académie des Sciences de Paris, a été élu, le 23 février, membre de l'Académie des Sciences de Stockholm.

Bureau des longitudes. — M. le colonel Bellot, directeur du service géographique de l'armée, est nommé membre en service extraordinaire, en remplacement de M. le général Bourgeois nommé membre titulaire.

Centenaire de Bréguet. — La République suisse et le canton de Neuchatel organisent en 1923 le centenaire d'Abram-Louis Breguet. Un concours de chronomètres sera ouvert à cette occasion.

Conseil supérieur d'hygiène. — Onze places d'auditeurs sont vacantes : Bactériologiste, 1 ; Chimistes physiciens pharmaciens, 2 ; fonctionnaires sanitaires, 2 ; médecins, 2 ; ingénieurs hydrologues et géologues, 3 ; vétérinaire, 1. Les candidatures doivent être présentées à la direction de l'hygiène, 7, rue Cambacérès, Paris.

Comité de culture mécanique. — Un comité est institué, sous la présidence du Ministre de l'Agriculture, et comprend MM. Ringelmann, Scribaux (Institut

(1) Depuis que j'ai rédigé cette note, M. Kling et ses collaborateurs M. et Mme Lassieur ont exposé (*C. R. Acad. des Sciences*, 16 janvier 1922, p. 165) les résultats de recherches qui leur ont permis, à l'aide d'un dispositif très ingénieux inspiré d'un principe différent de celui que j'ai appliqué, de mettre en évidence, à propos de l'analyse des vinaigres, le grand intérêt de la mesure des concentrations en ions H par l'électrode d'hydrogène. Je suis heureux de me trouver d'accord avec ces savants sur les avantages incontestables de la méthode électrométrique, dont je viens, à nouveau, de souligner la grande importance pratique, et sur la nécessité d'employer, pour les applications courantes, une technique convenablement simplifiée.

A. B.

agronomique), Brétignière (Grignon), Leroux, Guillet et Plumet (Ecole Centrale), Plissonnier, député, Pelissier, inspecteur général du génie rural. Huit membres sont adjoints pour représenter les agriculteurs et les constructeurs.

Conférences-rapports de documentation sur la physique. — Nous avons dit que ces conférences étaient organisées avec le Patronage du Collège de France, du Muséum d'Histoire Naturelle, de la Faculté des sciences de Paris, de la Direction des Recherches et Inventions, de l'Institut d'Optique, de la Société française de Physique, de la Société française des Electriciens, de la Société de Chimie-Physique, de la Société de Navigation aérienne.

Elles ont lieu dans l'amphithéâtre de physique de la Sorbonne, à 8 h. 45.

Voici le programme de la deuxième série :

Les Mardis 7 mars et 14 mars : « Les Phénomènes Thermioniques », par M. Eugène Bloch, maître de conférences à la Sorbonne ;

Les mardis 21 et 28 mars, et 4 avril 1922 : « La lampe à trois électrodes », par M. C. Gutton, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy ;

Les mardis 2, 9 et 16 mai : « La structure des cristaux », par M. A. Mauguin, maître de conférences à la Sorbonne ;

Les mardis 23 et 30 mai : « La technique du vide », par M. L. Dunoyer, maître de conférences à la Sorbonne.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Debierne, à l'Institut du Radium, 1, rue Pierre Curie, Paris, V^e^.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Leduc est nommé professeur de physique théorique et de physique céleste en remplacement de M. Cotton, appelé à succéder à M. Lippman dans la chaire de Physique générale.

— M. Montel est nommé professeur de mathématiques générales en remplacement de M. Drach appelé à une autre chaire.

— Les étudiants en chimie générale sont devenus si nombreux qu'on a dû organiser les travaux pratiques dans les laboratoires du P. C. N. à l'annexe Cuvier.

— Les titres des chaires suivantes sont transformés.

Calcul différentiel et intégral en Théorie des groupes et calcul des variations.

Physique, en Physique générale.

Physique, en Physique générale et radioactivité.

Chimie, en Chimie générale.

Chimie, en Chimie minérale.

Zoologie, Anatomie et physiologie comparées en Zoologie.

Zoologie, Anatomie et physiologie comparées en Anatomie et physiologie comparées.

Faculté de Médecine. — M. Claude est nommé professeur de pathologie mentale.

— Les titres des chaires suivantes sont transformés.

Pathologie interne en Pathologie médicale.

Pathologie externe en Pathologie chirurgicale.

Anatomie descriptive en Anatomie.

Clinique des maladies urinaires en Clinique urologique.

Clinique chirurgicale infantile en clinique chirurgicale infantile et orthopédie.

Faculté de pharmacie. — Les titres des chaires suivantes sont transformés.

Cryptogamie en Cryptogamie et Microbiologie.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. Louis Roule, professeur, est promu officier de la Légion d'honneur.

— M. Bouvier a ouvert son cours d'entomologie, le samedi 4 mars, sur « Les fourmis et leurs habitudes », et le continuera, dans la galerie de zoologie, 1^er^ étage, les mardis et samedis à 14 h. 1/2. Le laboratoire est ouvert au public pour les renseignements, tous les jeudis de 14 à 17 heures, rue de Buffon, 55.

— Par décret du 1^er^ mars, M. Paul Anthony, assistant de la chaire d'anatomie comparée, est nommé professeur de cette chaire, en remplacement d'Edmond Perrier.

Collège de France. — *Institut d'hydrologie et de climatologie.* — Les conférences publiques du second semestre auront lieu dans l'ordre suivant :

— Chimie physiologique et clinique appliquée à la médecine thermale et climatique ; M. le professeur Desgrez, MM. Bierry, Bournigault, Violle, chefs des travaux, mardis, jeudis, samedis, du 14 mars au 6 avril, à 16 heures, au laboratoire de M. le professeur Desgrez, à la Faculté de Médecine.

— Radioactivité et gaz rares des eaux minérales. M. le professeur Moureu.

— Méthodes et appareils. M. Lepape, chef des travaux, 6 et 13 mai, à 16 heures, au Collège de France.

— Géologie et Minéralogie hydrominérale, le 27 avril à 16 heures.

— Thermalité, Résistivité, Tension osmotique des eaux minérales, le 29 avril à 16 heures. M. Bardet, directeur du laboratoire d'hydrologie, au laboratoire de M. Desgrez, à la Faculté de Médecine.

— Propriétés physiques — Mesures, etc. Analyses chimiques, Interprétation. M. Poirot-Delpech, chef des travaux du laboratoire d'hydrologie, 1-4-11-18 mai, à 16 heures, au laboratoire d'hydrologie, à la Faculté des Sciences (Sorbonne).

— MM. D'Arsonval et Bordas feront des conférences qui seront annoncées ultérieurement. Des travaux pratiques sont organisés.

Ecole polytechnique. — M. A. Mesnager, de l'Académie des Sciences, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, est nommé examinateur des élèves, en remplacement de M. Fabry, démissionnaire.

— M. H. Deslandres, membre de l'Académie des Sciences, a été élu membre du Conseil des perfectionnements.

Ecole du génie maritime. — Le diplôme d'ingénieur civil des constructions navales est décerné à 13 élèves français et 2 élèves étrangers.

Le certificat d'études est décerné à 3 élèves français.

Institut agronomique. — M. H. Petit, membre du Conseil de l'Institut agronomique, est promu officier de la Légion d'honneur.

Ecole vétérinaire d'Alfort. — M. Bourdelle, professeur, et M. Carre, chef de laboratoire, sont nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

Université de Strasbourg. — M. A. Sartory, professeur de bactériologie et de cryptogamie, a été élu membre de l'Académie royale de Turin.

Université d'Aix-Marseille. — M. Cotte, chef des travaux, est nommé professeur de Zoologie agricole, en remplacement de M. Vayssière, appelé à d'autres fonctions.

Université de Montpellier. — Dans les promotions de la Légion d'honneur, signées à l'occasion du 7^e^

Centenaire de l'Université de Montpellier figurent les noms suivants :

Officiers : M. Mairet, professeur à la Faculté de Médecine ; M. De Forcrand de Coiselet, professeur à la Faculté des Sciences ; M. Euzet, maire de Cette et fondateur de la station zoologique.

Chevaliers : MM. les professeurs Vallois, Granel, Vialleton, de la Faculté de Médecine, Courchet, de la Faculté de Pharmacie, Dubosc, de la Faculté des Sciences.

— M. Gay est nommé professeur de chimie à la Faculté des Sciences.

Institut Pasteur de Lille. — M. Rolants, chef du laboratoire de chimie, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Ecole des industries agricoles de Douai. — M. E. Ricoux, ingénieur agricole, est nommé après concours, professeur de brasserie.

Université de Padoue. — L'Université royale célèbrera le septième centenaire de sa fondation par des fêtes qui auront lieu du 14 au 17 mai. Les Universités ont été invitées à se faire représenter. M. Borel, représentera l'Académie des Sciences de Paris.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 13 février 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Janet* (prés. par M. Goursat). **Les caractères des modules de formes et les systèmes d'équations aux dérivées partielles.**

— *Witold Wilkozs* (prés. par M. Goursat). **Sur un point fondamental de la théorie du potentiel.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan* (prés. par M. Emile Borel). **Sur une definition géométrique du tenseur d'énergie d'Einstein.**

ALGÈBRE. — *Auric.* **Sur la résolution d'une équation linéaire indéterminée.**

ELECTO-OPTIQUE — *V. Dolejsek* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les lignes Kα des éléments légers.**

L'auteur donne le tableau des lignes K des éléments Zn, Cl.U.X et signale les quelques divergences que ses observations présentent avec celles de Hjalmar, Sieghahn, Coster, Duane et Stenström, Stensson.

— *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Sur la complexité de la série K des éléments légers et son interprétation théorique.**

Ces mesures ont mis en évidence dix composantes dans la série K du cuivre, alors que quatre seulement étaient connus jusqu'ici. Dans la série K du molybdène, aucune raie nouvelle n'a été reconnue en dehors de celles trouvées par W. Duane. On peut enfin relier les raies obtenues pour le cuivre à celles que Hjalmar a découvertes pour les éléments Ca-Na, en supposant que cela tient à des combinaisons entre les niveaux L de basse fréquence et le niveau K.

ELECTRICITÉ. — *C.-E. Guye* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur l'extension de la loi de Paschen aux fluides polarisés.**

M. Guye établit la formule qui relie le potentiel explosif dans un gaz au produit na du nombre des molécules contenues dans l'unité de volume pour la distance des plateaux (champ uniforme). Cette relation présente quelques divergences avec les faits expérimentaux observés avec CO^2 à 40 atm. Cela tient sans doute à l'inégale répartition des ions qui existe dans les conditions où l'expérience est effectuée.

ELECTRICITÉ. — *Mercier* (prés. par M. Brillouin). **Sur la synchronisation harmonique des oscillateurs électriques.**

Lorsque deux systèmes oscillants sont synchronisés et que les battements ont disparu, un notable déréglage est nécessaire pour faire réapparaître les battements ; la synchronisation se maintient donc dans des limites plus ou moins étendues de réglage, comprenant ce que M. Mercier appelle la *plage de synchronisation*. La stabilité existe aussi dans le cas où l'un des deux oscillateurs vibre en harmonique avec l'autre. On peut enfin accoupler successivement des oscillateurs tels que le son fondamental de l'un soit à l'unisson avec une harmonique du précédent et qu'une de ses harmoniques soit à l'unisson avec le son fondamental du suivant. La stabilité s'améliore lorsqu'on fait grandir le nombre des oscillateurs ainsi associés.

M. Mercier a pu, au moyen de lampes audion à trois électrodes, associer des vibrations dont la fréquence était amplifiée dans la proportion de 1 à 75 millions.

OPTIQUE. — *R. Boulouch* (prés. par M. Brillouin). **Calcul des éléments qui déterminent un système centré formé par un nombre quelconque de surfaces.**

Ce problème, qui conduit à des expressions très compliquées, peut être résolu rapidement et simplement en se servant de l'expression de la convergence que l'auteur a fait connaître depuis longtemps.

RADIOLOGIE. — *A. Zimmern* (prés. par M. d'Arsonval). **Influence de la température sur la sensibilité des émulsions en radiographie.**

L'élévation de température ne change pas notablement la sensibilité des plaques photographiques vis à vis des rayons X. Si l'on interpose un écran renforçateur, le renforcement thermique ne se produit plus ; même dans le cas où l'on interpose un écran métallique, il y a réduction du pouvoir renforçateur thermique.

SISMOLOGIE. — *P. Monnet.* **Sur le tremblement de terre italien du 7 septembre 1920.**

Ce tremblement de terre a fait de nombreuses victimes (250 personnes tuées) ; l'aire pléistoséiste figure dans son ensemble un ovale, dont le grand axe est parallèle à la direction générale de l'Apennin septentrional. Il a été ressenti sur une aire dont l'étendue n'est pas inférieure à 100.000 km² et a été enregistré dans presque toutes les stations sismologiques du globe.

GÉOPHYSIQUE. — *C.* et *M. Schlumberger* (prés. par M. Pierre Termier). **Phénomènes électriques produits par les gisements métalliques.**

Les auteurs ont mis en évidence des différences de potentiel notables dans les terrains qui encaissent des gisements minéraux tels que la galène, le mispickel, les sulfures de cuivre, le cuivre gris, la smaltine, la pyrolusite, l'anthracite, les schistes anthraciteux, les canalisations d'eau et de gaz. Cela tient à l'action de l'humidité, ainsi qu'on peut le mettre en évidence par des expériences de laboratoire. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *C. Matignon* et *M. Fréjacques* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la transformation de l'ammoniaque en urée.**

Les auteurs poursuivent l'étude de la décomposition réversible du carbamate d'ammoniaque en urée. La loi d action de masse conduit à la relation $\frac{1-2x}{a^2} = k$ où x représente la fraction de molécule urée. La pro-

portion correspondant à l'équilibre, à 145°, est de 43 %. Les auteurs ont pu améliorer les rendements au-dessous de 145°, en se servant de catalyseurs déshydratants. On obtient ainsi de l'urée très pure ; ce procédé est susceptible d'application pour la fabrication d'un engrais de grande concentration.

— *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Recherche magnéto chimique des constitutions en chimie minérale des acides du phosphore.**

Comme pour les acides du soufre, la magnéto-chimie permet, par la mesure des susceptibilités moléculaires, d'examiner le bien fondé des constitutions admises. Les résultats s'accordent avec les formules $PO(OH)^3$, $RPO(OH)^2$ des acides phosphorique et phosphonique, mais ils sont en opposition avec celles des acides hypophosphoreux et phosphoreux $H^2PO(OH)$, $HPO(OH)^2$, qui auraient pour formules : $PH(OH)^2$, $P(OH)^3$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Decarrière* (prés. par M. A. Haller). **Sur le rôle des impuretés gazeuses dans l'oxydation catalytique du gaz ammoniac. Influence de l'hydrogène phosphoré.**

PH^3, à la dose de 0,00002 p. 100, est aussi toxique que H^2S à 2 p. 100. Pour une dose de 0,1 p. 100, le rendement, avec les catalyseurs au platine, tombe de 93 à 3 p. 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Godchot* et *P. Bédos* (prés. par M. Haller). **Sur l'oxyde du cyclohexène et l'orthométhylcyclohexanol.**

L'action de l'iodure de méthylmagnésium sur l'éther-oxyde du cyclohexène conduit à l'orthométylcyclohexanol, après des transpositions moléculaires intéressantes.

— *V. Thomas* (prés. par M. Haller). **Composés organométalliques de l'aluminium.**

L'action de l'aluminium sur l'iodure de méthylène, même en l'absence de solvant, donne des produits actifs. Le plomb réagit comme l'aluminium.

— *A. Mailhe* (transm. par M. Sabatier). **Nouvelle préparation d'amines cycloforméniques.**

Poursuivant ses études sur l'hydrogénation nickelique, avec les cétazines, mélangées d'hydrazones, l'auteur obtient des amines, telles que la cyclohexylamine. Avec l'hydrazone et la cétazine de la cyclohexanone, on obtient aussi les amines secondaires, mais les rendements sont moins bons.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *G. Meunier* (prés. par M. L. Lindet). **Action d'acides minéraux sur les celluloses brutes ; formation et destruction concomitantes de réducteurs. Utilisation des sous-produits.**

On a, avec les acides formique et acétique, du furfurol, de l'alcool méthylique, de l'acétone, des acides lévulique et ulmique, des résines, etc., en même temps que de l'alcool provenant de la fermentation des solutions. Il se forme des sous-produits intéressants à utiliser.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Rivière* et *G. Pichard* (prés. par M. Maquenne). **La stérilisation partielle du sol.**

En vue de détruire les protozoaires destructeurs des bactéries utiles du sol, on a proposé des antiseptiques, comme l'arséniate de sodium, qui agit avec des rendements avantageux à la dose de 20 à 40 kgs. par hectare. Avec des doses plus fortes, le rendement est diminué.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). **La structure du Tonkin méridional.**

La Série primaire de la moyenne et de la basse Rivière Noire apparaît en fenêtre, tout comme les gneiss de Nam Dinh, ceux de Son Tay, le granite du Doi Thoi et les gneiss de Ta Khoa. Avec des modalités de détail un peu différentes, la structure du Tonkin méridional est celle du Nord-Annam.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Mlle Yvonne Boisse de Black* (prés. par M. Emile Haug). **L'érosion rissienne dans les hautes vallées de la Cère et du Goul (Cantal).**

Dans la région en question, l'érosion rissienne est caractérisée par une profonde modification des anciens axes hydrographiques. Au Günzien formazien et au Mindélien ont été tracés des réseaux de plateau, sensiblement concordants entre eux, mais en grande partie discordants avec les réseaux des vallées actuelles. Le premier des deux réseaux de vallées, dont le second n'est qu'un approfondissement, sans autre modification sensible, est l'œuvre du Rissien.

Il semble que les glaciers rissiens en vallées de la Cère et du Goul aient été en partie des glaciers de cirques suspendus, de type pyrénéen.

BOTANIQUE. — *Paul Guérin* (prés. par M. L. Guignard). **Le mucilage chez les Urticées.**

La répartition des cellules à mucilage chez les Urticées est beaucoup plus vaste qu'on ne l'a indiqué jusqu'ici. Sur une quarantaine de genres que comprend cette tribu, 35 se trouvent actuellement étudiés, parmi lesquels 16 renferment des éléments mucilagineux.

L'existence, chez les Urticées, de cellules à mucilage analogues à celles des Tiliacées, constitue un nouvel argument en faveur de l'opinion émise par Weddell, le savant monographe des Urticées, qui estimait que l'affinité de ces deux familles ne pouvait être mise en doute.

— *H. Jumelle* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Les *Neophloga*, Palmiers de Madagascar.**

Les *Neophloga* constituent, avec les *Dypsis* et les *Chrysalidocarpus*, les trois genres de Palmiers qui sont le plus largement représentés à Madagascar.

Ces *Neophloga*, au nombre de 27 espèces, sont de très petits Palmiers poussant généralement en touffes. Leurs tiges sont grêles et ont rarement plus de 2 cm. d'épaisseur. Les feuilles sont fréquemment à limbe simple, à pétiole ordinairement court. Le spadice est le plus souvent simple, rarement bifurqué ou trifurqué.

Les *Chrysalidocarpus* (14 espèces) sont beaucoup plus robustes que les *Neophloga* à tronc de plusieurs mètres de hauteur, avec feuilles à long pétiole et à limbe composé.

— *A. Guilliermond* et *G. Mangenot* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur la signification des canalicules de Holmgren.**

Ces formations, qui consistent en un réseau de canalicules creusés dans le cytoplasme de diverses cellules animales, ont été diversement interprétées. Les faits observés par MM. Guilliermond et Mangenot leur permettent de conclure que les canalicules de Holmgren ne sont pas des artefacts, mais représentent certaines phases du système vacuolaire, bien connues aujourd'hui dans la cellule végétale, encore ignorées dans la cellule animale.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Eugène Bonnet* (prés par M. Gaston Bonnier). **Action des sels solubles de plomb sur les plantes.**

Les plantes soumises à une forte dose de sel absorbent le plomb, qu'on décèle facilement dans l'écorce de la racine. Les sels de plomb déterminent des modifications importantes dans la morphologie extérieure de l'appareil radiculaire. Tandis que, dans l'eau pure,

les racines sont longues et abondamment ramifiées, grêles et dépourvues de poils absorbants, dans les solutions de plomb elles sont courtes, épaisses et pourvues de poils absorbants nombreux (blé, orge).

— *Gabriel Bertrand* et *Mme M. Rosenblatt* (prés. par M. Roux). **Sur les variations de la teneur en manganèse des feuilles avec l'âge.**

La teneur en manganèse présente un maximum dans la première période de développement de la feuille, parfois dès l'apparition de celle-ci, d'autres fois peu de temps après. La teneur en métal subit dans la suite un fléchissement plus ou moins accentué et plus ou moins prolongé ; souvent, enfin, on assiste à un relèvement final, tantôt faible, tantôt assez marqué pour que la proportion de métal contenue dans l'organe soit plus grande à la fin qu'au début.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Henri Couturier* (prés. par M. Roux). **Résistance des femelles en gestation aux chocs anaphylactiques et anaphylactoïdes.**

Les auteurs établissent qu'il est de toute nécessité que l'arbre circulatoire renferme une quantité de sang normale pour que les chocs aient lieu quels qu'ils soient ; lorsque cette quantité est augmentée ou diminuée, ils ne peuvent plus être provoqués par les injections déchaînantes.

Pendant la grossesse, le volume de la masse sanguine est notablement augmenté. Or, si l'on saigne des cobayes en gestation résistant à tout choc, ils récupèrent toute leur sensibilité au choc. Par contre, des cobayes mâles auxquels on injecte préalablement du sérum physiologique acquièrent temporairement l'immunité des femelles en état de grossesse.

ZOOLOGIE. — *Champy* (prés. par M. Bouvier). **Sur les conditions de la genèse de l'harmozone sexuelle chez les Batraciens anoures.**

Chez le Discoglosse, le tissu interstitiel est éliminé comme élaborateur de l'harmozone testiculaire ; celle-ci est en rapport ici avec la présence des spermatozoïdes. Est-elle élaborée par eux ? L'absence de caractères sécréloires dans ces éléments n'est pas une objection sérieuse ; cependant on peut admettre ou bien que la résorption de spermatozoïdes soit comme le prétendait Brown-Séquard la cause des phénomènes observés, ou bien que l'harmozone testiculaire soit un produit secondaire de la réaction chimique complexe qui aboutit à la genèse des spermatozoïdes, produit qui n'apparaîtrait qu'à la période terminale de cette réaction, lorsqu'elle tend vers l'équilibre. Rien ne permet de choisir encore, dit l'auteur, entre ces explications.

MÉDECINE. — *Henri-Jean Frossard* (prés. par M. d'Arsonval). **Les gymnastiques respiratoires et les épreuves de Valsalva et de Muller.**

De ses observations, l'auteur conclut que l'application d'une gymnastique respiratoire autre que le chant rudimentaire du genre de la Phonothérapie doit être le résultat d'un examen approfondi et avoir en vue un objet bien déterminé, car, n'étant pas naturelle comme l'émission de la voix ordinaire, elle introduit des facteurs nouveaux dans l'organisme, facteurs qui peuvent être nuisibles.

— *Foveau de Courmelles* (prés. par M. d'Arsonval). **La radiothérapie combinée du sein et des ovaires contre les tumeurs du sein.**

Dans des cas avancés, on peut, en agissant à la fois sur le sein et les ovaires (deux milliampères, 20 cm. d'étincelle, 5 minutes, 23 cm. de distance à l'anticathode, répétés en chacun de ces trois points), obtenir une amélioration rapide de l'état local et général ; le mamelon se dégage, la tumeur régresse, les douleurs et les élancements cessent (5 à 20 séances).

P. Guérin.

Séance du lundi 20 février 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Borel.* **Sur les fonctions d'une variable réelle indéfiniment dérivables.**

— *Gaston Julia.* **Les équations fonctionnelles et la représentation conforme.**

— *Georges J. Rémoundos* (prés. par M. Hadamard). **Sur le raccordement des lignes et la courbe élastique plane.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). **Sur quelques applications du calcul différentiel absolu.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs). **Correspondance ponctuelle entre deux surfaces avec échange des réseaux conjugués en réseaux orthogonaux et vice versa.**

MÉCANIQUE. — *Frontard* (prés. par M. Mesnager). **Cycloïdes de glissement des terres.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *J. Petipas* (prés. par M. Lauboeuf). **Travail dépensé dans l'usinage mécanique du bois.**

L'énergie requise pour l'usinage du bois peut être évaluée d'une manière rationnelle et mise sous forme de formules et de barèmes applicables aux différents cas considérés : sciage en long; sciage en travers ou tronçonnage à la scie alternative; rabotage.

BALISTIQUE INTÉRIEURE. — *Paul Bourgoin* (prés. par M. A. Rateau). **Au sujet de la vitesse de combustion des poudre colloïdales.**

La discordance entre les résultats expérimentaux et ceux fournis par les formules de la balistique intérieure, signalée de nouveau par MM. Gossot et Liouville, tient au fait que l'expression adoptée pour la détermination de la vitesse de combustion ne tient pas compte de la température du milieu dans lequel s'effectue la combustion. Ce fait capital est mis en évidence par les expériences de M. Bourgoin.

ASTRONOMIE. — *A. de La Baume Pluvinel* (prés. par M. B. Baillaud). **Sur une lunette coudée destinée à l'application de la méthode des hauteurs egales.**

Dans la méthode des hauteurs égales, on note l'heure à laquelle l'astre atteint une hauteur arbitraire, rigoureusement constante dans le cours d'une série d'observations. Ainsi, sans avoir à lire des cercles divisés, on peut déterminer les coordonnées des astres et les coordonnées géographiques d'un lieu. Le dispositif de M. de La Baume Pluvinel, mis en œuvre par MM. Jules Baillaud et Pourteau, a donné le degré de précision prévu.

— *H. Andoyer.* **Sur le calcul de la précession.**

M. Andoyer donne un ensemble de formules qui permet le calcul de la précession, calcul d'application simple et facile, ne souffrant aucune exception et ne comportant aucune incertitude.

GÉODÉSIE. — *Georges Perrier* (prés. par M. Bourgeois). **Sur les différences d'altitude des stations de l'arc méridien de l'équateur.**

Les observations ont été faites, autant que possible, aux heures de réfraction minima. On les corrige, dans tous les cas, au moyen de la courbe des variations diurnes de la réfraction établie au préalable. Les résultats obtenus sont remarquablement concordants.

PHYSIQUE. — *M. Courtines* et *Jean Villey* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les barovariomètres à écoulement capillaire.**

Ce dispositif est constitué par une enceinte ther-

miquement isolante (Dewar), communiquant avec l'atmosphère extérieure par un tube capillaire, et munie d'un manomètre sensible qui décèle les variations de la pression extérieure. Les auteurs ont fait une étude complète de conditions très diverses qui influent sur la sensibilité et la précision de l'appareil.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Mlle Paule Collet* (prés. par M. Paul Janet). **Couches minces formées par des mélanges de glycérides.**

On a mesuré la superficie occupée par un volume constant de solution dans la benzine, afin d'établir les graphiques des variations de surface en fonction de la composition du mélange. Les courbes obtenues ne sont pas des droites; donc la loi d'association de deux glycérides, dans les conditions de l'expérience, n'est pas purement additive. Lors de la solidification d'un glycéride en couche mince, il semble que des molécules identiques s'associent quatre par quatre.

ELECTRICITÉ. — *G. Gouy.* **Sur les tensions et pressions de Maxwell dans les aimants et les diélectriques.**

Les considérations développées dans cette note sont susceptibles d'applications intéressantes et permettent d'espérer qu'elles serviront à traiter simplement bien des problèmes, notamment pour les corps de faible susceptibilité.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *Henri Chaumat* (prés. par M. Paul Janet). **Sur la mesure des puissances en courants alternatifs dans les cas anormaux.**

Les cas anormaux sont ceux où le facteur de puissance *Cos.* φ descend à des valeurs de l'ordre de 0,1 ou même 0,05. Pour mesurer la puissance, on dispose, en dérivation sur le circuit anormal, un circuit non inductif, un volt-mètre, et enfin, le fil fin du watt-mètre avec la résistance additionnelle. On fait deux lectures, l'une sans couper le circuit anormal, l'autre en coupant le circuit anormal, et, dans les deux cas, on ramène la différence de potentiel rigoureusement à la même valeur. La différence donne la puissance absorbée dans le circuit anormal. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Galibourg* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Utilisation de la force électro-motrice de contact pour identifier quelques aciers.**

Pour les aciers spéciaux, la différence de potentiel fer électrolytique — acier avec un contact réalisé par un bain de mercure ou de plomb fondu, on obtient une identification. Un ingénieux appareillage permet, en opérant avec le mercure à 120°, ou avec du plomb fondu, des mesures thermo-électriques faciles.

— *Maurice Curie* (prés. par M. G. Urbain). **Action des rayons rouges et infrarouges sur les sulfures phosphorescents.**

L'auteur rend compte de l'action des rayons rouges extincteurs; ceux-ci rendraient le milieu conducteur par détachement d'électrons des atomes de soufre. Des mesures paraissent établir la possibilité de cette explication nouvelle, différente de celle donnée par divers savants et en particulier par M. Perrin (1919).

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE — *H. Douvillé.* **Le Nummulitique au sud des Pyrénées**

Dans toute cette région, le Nummulitique se présente avec les mêmes caractères : à la base les deux niveaux de l'Eocène inférieur, Thanétien et Cuisien ; au sommet le Lutétien inférieur dont les couches passent par alternances au poudingue de Palasson. Celui-ci a donc commencé à se déposer à l'époque du Lutétien inférieur, comme sur le versant nord de la chaîne, et la mer n'aurait plus pénétré en Aragon à partir du Lutétien moyen ; c'est ce que démontre du reste l'absence du *Num-aturicus* (*perforatus* au ct.) et de la faune qui caractérise ce niveau.

— *G. Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur le prolongement de la fracture d'Argentat (Corrèze) dans la région du Dorat (Haute-Vienne et Vienne).**

A part une lacune de 8 km. vers Château-Ponsac, dans le granite, et une autre entre le Célé et le Lot, sous le bassin tertiaire de Saint-Santin, la fracture d'Argentat se suit d'une manière continue, d'Asprières, dans le Lot, jusqu'au moulin d'Ouzilly sur la Gartempe, dans la Vienne. Elle limite tout un grand secteur du Massif Central, secteur dont la surface est environ le tiers de la surface totale du Massif.

— *Léon Dussault* (prés par M. Pierre Termier). **Le Tam Dao et la région de la basse Rivière Claire (Tonkin).**

Les rhyolites du Tam Dao et la Série de Luc Ra, prises entre le substratum cristallin et la Nappe du Nui Rao, ont une position tectonique analogue à celle des rhyolites de la Série du Sa Phin, analogue aussi à celle de la Série du Nam Sam.

Vers le Nord, en remontant la Rivière Claire depuis Tuyen Quang jusqu'à Bac Quang, le trajet reste entièrement dans la Nappe du Nui Rao, avec les mêmes schistes à séricite et les mêmes calcaires étirés. Vers l'Ouest, les terrains du Nui Rao semblent pouvoir se relier aux schistes à séricite et aux calcaires de Bao Ngai.

— *Ch. Gorceix* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la formation du « Gouf de Cap-Breton ».**

L'auteur pense qu'on se trouve en présence d'une vaste bande gypso-salifère longeant la chaîne côtière d'Espagne, dont les affleurements de Bayonne, Salies-de-Béarn, Saint-Pandelon, près Dax, seraient l'extrémité Est avec une série de cassures intéressant les couches protectrices du sel et du gypse, et permettant l'infiltration par l'eau de mer. Celle-ci, en dissolvant le sel et le gypse et délayant l'argile, aurait provoqué une série d'éboulements, en donnant à toute cette région sous-marine l'aspect extraordinaire que révèle l'étude attentive des sondages.

— *Justin Fromaget* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la géologie des environs d'A Mi Tchéou (Yunnan oriental).**

La région d'A Mi Tchéou correspond, non pas à un fossé tectonique ayant effondré le Trias entre les massifs calcaires, mais à une vaste fenêtre qui montre une série extrêmement complexe de Trias, redressée à la verticale.

On reconnaît, dans cette région, une nappe de recouvrement composée d'une masse calcaire, rigide, ayant glissé sur la surface du Trias qui, plus plastique, s'est énergiquement plissé, en se décollant de son substratum, dont le Dévonien du haut Nam Ti paraît représenter une partie.

— *Gignoux* (transm. par M. Ch. Depéret). **Sur la présence du Tortonien à Valence (Espagne).**

Les marnes bleues de la région dite Valencia-la-Vella, située sur la rive droite du Rio Turia, à 16 km. de Valence sur la route de Pedralva, sont un représentant typique de l'étage *tortonien.*

ARCHÉOLOGIE. — *Marcel Baudouin* (prés. par M. Bigourdan). **La représentation matérielle préhistorique des Pléiades à dix étoiles, dans un bassin de rocher des Epesses (Vendée).**

Sur un rocher fixe, dit *des Pierres folles*, à la Filouzière, commune des Epesses (Vendée), il existe une série de cavités, en forme de *bassins*, creusées par l'homme de la pierre polie, sur ce pointement de granulite qui constitue une masse énorme. La cavité

la plus centrale montre, sculpté sur son fond, un ensemble de dix petits creux, ou *cupules*, gravés aussi par les Néolithiques à une époque plus ou moins contemporaine de la confection des dits bassins.

Etant supposé démontré, d'après ce que l'auteur a établi précédemment, qu'une cupule représente une étoile, on peut supposer, dit-il, qu'on a voulu représenter là une *constellation* à astérismes très rapprochés.

PHYSIOLOGIE. — *E. Wertheimer* (prés. par M. Ch. Richet). **Sur la circulation entéro-hépatique des acides biliaires.**

Les résultats d'une expérience instituée par l'auteur sont tels qu'ils prouvent que l'élimination des acides biliaires peut se faire exclusivement par l'intermédiaire de la veine-porte.

— *F. Maignon* (prés. par M. E. Leclainche). **Recherches sur les propriétés physiologiques et thérapeutiques des diastases tissulaires. De l'existence des diastases synthétisantes.**

L'auteur a extrait en bloc les diastases tissulaires, en adaptant aux organes animaux la méthode utilisée par A. Lebedeff pour l'extraction de la zymase alcoolique, par simple macération de la levure desséchée. Les diastases, une fois isolées, ont été purifiées. Des ampoules de 2 cm³, contenant 1 mg de diastases, ont été administrées en injections intra-veineuses, intra-musculaires ou sous-cutanées.

L'action de ces diastases tissulaires est spécifique, en ce sens que celles du foie n'agissent que sur la fonction hépatique, celles de la thyroïde que sur la fonction thyroïdienne, etc.

Les résultats obtenus permettent de comprendre l'organothérapie des anciens et posent les bases d'une méthode thérapeutique nouvelle, beaucoup plus précise, l'*organo-zymothérapie*.

ENTOMOLOGIE. — *René Jeannel* (prés. par M. E. L. Bouvier). **La dispersion géographique des *Silphidæ Catopinæ* pendant le Tertiaire.**

Les genres de cette sous-famille habitant l'hémisphère Nord se groupent dans quatre séries : *Ptomaphagus, Catops, Anemadus, Nargus*. Les caractères de filiation fournis par l'appareil copulateur mâle ont permis à l'auteur de suivre la phylogenèse de ces quatre groupes et de reconstituer leur histoire à travers les temps géologiques.

CYTOLOGIE. — *R. Noël* (transm. par M. Henneguy). **Sur des phénomènes de condensation de corps gras à la surface des mitochondries.**

Sur des préparations de foie de Souris blanche traitées par les méthodes de Kull ou d'Altmann, après fixation par le mélange osmio-chromique de Mèves, l'auteur a observé en certains points de minuscules granulations noires siégeant à la périphérie des mitochondries teintées en rouge. De nouvelles recherches l'amènent à conclure que, *morphologiquement*, la graisse apparaît d'abord à la périphérie de la mitochondrie sous la forme de granulations très petites, qui ultérieurement confluent en un anneau.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *R. Argaud* (transm. par M. Henneguy). **Sur quelques fonctions du mégacaryocyte tumoral, en particulier sur son rôle vasoformateur.**

Dans certains cas pathologiques, les cellules de Howel peuvent donner naissance à des tumeurs quelquefois volumineuses. Ces mégacaryocytes tumoraux constituent, par l'émission de nombreux prolongements protoplasmiques anastomotiques, la trame fondamentale de ces tumeurs. Par le morcellement du noyau végétant et répartition des fragments nucléaires parfaitement individualisés, autour d'une cavité intraprotoplasmique qui s'accroît progressivement, le mégacaryocyte devient vasoformateur. Il est aussi globuligène.

MICROBIOLOGIE. — *A. Goris* et *A. Liot* (prés. par M. Roux). **Nouvelles observations sur la culture du B pyocyanique sur milieux artificiels définis.**

Les dérivés aminés mis en expérience ne peuvent servir d'aliment au B. pyocyanique. Au contraire, les acides aminés (monoacides monoaminés et diaminés et les diacides monoaminés employés après neutralisation) peuvent servir au développement de ce bacille, mais, en général, ils sont de moins bons aliments que les sels ammoniacaux dérivés des acides bibasiques, surtout lorsqu'on les emploie sans addition de substances minérales.

L'emploi des divers acides aminés comme source d'azote, pour la culture du B. pyocyanique, n'est pas indifférent. Leur valeur nutritive dépend, non seulement de la présence d'une ou de plusieurs fonctions aminées dans la molécule, mais aussi de la structure de la chaîne qui supporte ces fonctions.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Lucien Cavel* (prés. par M. A. Haller). **Le procédé d'épuration par les « boues activées » est-il applicable au système séparatif ?**

D'après les nombreuses expériences que l'auteur a faites, il est permis de dire qu'on peut envisager la possibilité d'appliquer au système séparatif le procédé d'épuration par les « boues activées ».

PHYSIQUE MÉDICALE. — *J. Glover* (prés. par M. d'Arsonval). **L'auscultation électrique de la respiration au début de la tuberculose ; nouvelle méthode d'auscultation pratiquée à l'aide de stéthoscopes microtéléphoniques amplificateurs.**

L'auteur expose les caractères propres et les avantages de l'auscultation électrique pratiquée à l'aide de ses stéthoscopes microtéléphoniques. Ce sont : l'amplification sonore; l'auscultation rigoureusement localisatrice pour l'auscultation et l'exploration vasculaire, par exemple; l'auscultation topographique d'une région plus ou moins étendue; l'isolement vibratoire complet et nécessaire, entre le malade ausculté et le médecin qui ausculte; enfin la pluriauscultation ,c'est-à-dire l'auscultation simultanée d'une même région par plusieurs élèves à la fois, à l'occasion de l'enseignement à l'hôpital.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edm. Sergent* et *A. Donatien* (prés. par M. Roux). **Les stomoxes, propagateurs de la trypanosomiase des dromadaires.**

La trypanosomiase des dromadaires est transmise, dans la nature, de deux façons : 1° en pleine campagne, dans le bled, par les taons dont les larves foisonnent dans le sable humide du fond des vallées; 2° dans les lieux habités, dans les foundouks (caravansérails), par les stomoxes, dont les larves vivent sur le fumier pailleux des écuries. On ne constate aucune évolution des trypanosomes chez les taons et les stomoxes, qui véhiculent simplement les trypanosomes sur la surface externe de leur trompe comme sur une lancette. Pour être infectante, la piqûre de l'animal trypanosomé doit saigner et précéder immédiatement la piqûre de l'animal sain. La longue durée de la trypanosomiase chez le dromadaire fait de cet animal le réservoir de virus.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annales des Postes et Télégraphes et Téléphones paraissant tous les deux mois. Librairie de l'Enseignement Technique, éditeur, Paris.

L'Administration des P. T. T, publie, depuis 1910, un bulletin technique trimestriel intitulé les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones » qui, dès son apparition ,a été accueilli avec faveur par le public. A côté d'études approfondies sur la téléphonie automatique ou sans fil, les relais téléphoniques, les appareils télégraphiques à grand rendement français et étrangers, la radiotélégraphie, on en trouve d'autres non moins documentées sur l'anti-induction, l'électrification des voies ferrées, l'emploi de l'aluminium à la construction des lignes électriques, l'outillage mécanique des grands bureaux postaux.

La revue publie un résumé des travaux du Service d'Etudes et de Recherches techniques, du Comité technique des Postes et Télégraphes, et renferme en outre une analyse des périodiques en langue française et des traductions d'articles choisis dans les périodiques étrangers ; elle se termine par des informations sur des questions d'actualité et sur les progrès les plus récents réalisés à l'étranger au point de vue technique.

Les Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones apportent ainsi régulièrement aux techniciens de l'industrie aussi bien qu'à ceux de l'Etat une documentation complète sur les travaux en cours dans les laboratoires étrangers.

La publication est faite par les soins d'une commission nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Afin d'augmenter leur caractère d'actualité et de répondre au vœu exprimé par les abonnés, les Annales, qui jusqu'à présent paraissaient tous les trois mois, paraissent tous les deux mois depuis le 1er février 1922.

L. Ft.

L'Aluminium dans l'industrie. Métal pur. Alliages d'aluminium, par Jean Escard, ingénieur civil. (2e édition). In-8° de 424 pages, avec 140 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 46 francs.

En publiant cet important ouvrage sur l'aluminium, l'auteur a eu en vue une mise au point de l'état actuel de la question en rassemblant les nombreux travaux épars dans de nombreuses publications. L'aluminium est en effet celui de tous les métaux dont l'essor va sans cesse grandissant depuis vingt-cinq ans.

M. Escard étudie les matières premières, les procédés de fabrication et les propriétés de l'aluminium, mais la partie capitale de l'ouvrage, celle qui en constitue le fond est celle qui est consacrée aux alliages de l'aluminium et à leurs propriétés. Cette question a été traitée d'autant plus largement qu'il considère, avec raison, que le jour viendra où l'industrie sera en possession d'un alliage léger idéal réunissant toutes les qualités de résistance et de facilité de travail que l'on rencontre avec l'acier. C'est du reste vers ce but que convergent toutes les recherches poursuivies actuellement par les métallurgistes. L. Ft.

La Gymnastique sportive, par Michel Dupré. Un opuscule forme album avec nombreuses figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

L'auteur expose ses intéressantes théories sur la valeur intellectuelle et les tendances esthétiques de la gymnastique sportive. Ses observations sur les rapports du sport et des exercices méthodiques le conduisent à une sélection d'exercices qui confinent aux gymnastiques esthétiques. L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

G. Bigourdan. — Gnomonique ou Traité théorique et pratique de la Construction des Cadrans solaires, suivi de tables auxiliaires relatives aux cadrans et aux calendriers. In-8° de 210 pages avec 103 figures, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 10 francs.

Th. Moreux. — Origine et formation des mondes. In-8° de 401 pages avec 124 figures et 18 planches, Doin, éditeur, Paris. Prix : 15 francs.

Monthly weather review. — nos 757, 758 et 759 (supplément n° 17 ; volume 49, n° 10 et 11). Government printing office, Washington.

A. Rane. — Les ingénieurs et la guerre. La mobilisation technique et scientifique. In-8° de 164 pages, Chiron éditeur, Paris. Prix : 6 francs.

Franck H. Bigelow. — The two-orbit theory of radiation. In-8° de 37 pages et 4 figures. Printed in Vienna.

A. Rutot. — La vie. Ce qu'il faut en savoir. Origine, Développement, Evolution. Les Sens, La Maladie. Les tares. L'idéal. In-16 de 265 pages. Editions Rhéa, 4, square Rapp. Paris, et la Vulgarisation industrielle, Bruxelles.

Société française de physique. — Le Journal de Physique et le Radium. Série VI, T. III, n° 1. Janvier 1922. Edité par la *Revue générale de l'électricité*. Paris.

A. Knapen. — Nouveaux procédés de construction. Des murs et du bloc athermane avec vides chromatiques. In-8° de 27 pages avec 20 figures. Société des ingénieurs civils de France, Paris.

Rouberty. — Manuel de Sucrerie. Technologie sucrière, Betterave, Canne à Sucre. Histoire. Fabrication, Contrôle chimique. In-18 de 296 pages avec 41 figures, (*Bibliothèque professionnelle*) Baillière, éditeur, Paris. Prix : 10 francs.

Bureau des longitudes. — Annuaire des longitudes pour 1922. In-16 de 800 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 6 francs.

Mme H. Gwine-Vaughan. — Fungi (Ascomycetes, Ustilaginales, Urédinales). In-8° de 232 pages avec 196 figures (Cambridge botanical handbooks) Cambridge University Press. Prix : 35 sh.

P. Bouguer. — Essai d'optique sur la gradation de la lumière. In-16 de 130 pages avec 17 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 3 francs.

E.-M. Lemeray. — L'Ether actuel et ses précurseurs. In-16. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 6 francs.

Dr Apert. — Vaccins et sérums. In-18 (*Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur, Paris. Prix : 7 fr. 50.

Poincet. — Turbines à vapeur. In-8° de 340 pages avec 181 figures et 1 planche. (*Encyclopédie de mécanique appliquée.*) Baillière, éditeur, Paris. Prix : 35 frs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 6 — 60e ANNÉE — 25 MARS 1922

DE L'INFLUENCE DE LA SCIENCE FRANÇAISE SUR LA MÉDECINE

En un somptueux hôtel du faubourg Saint-Germain, à Paris, habite encore aujourd'hui l'arrière-petit-neveu de Lavoisier, M. E. de Chazelles. On peut admirer, sur l'un des murs du salon de réception de cet aimable vieillard, une grande toile de David représentant Lavoisier et sa femme. Celle-ci appuie nonchalamment son bras sur l'épaule de son mari, qui cessant d'écrire, tourne vers elle son visage. Des appareils de chimie sont épars sur la table ou jonchent le plancher.

Une très belle peinture représentant un gentilhomme en costume de la cour Louis XIV et l'un des deux portraits de Franklin que peignit un artiste français séjournant en Amérique contribuent aussi à l'ornementation de la pièce. Franklin en envoyant ce portrait à Lavoisier lui écrivait que c'était l'un des meilleurs qu'on eût fait de lui.

Dans le cabinet de travail de M. de Chazelles se trouvent deux dessins que Madame Lavoisier exécuta d'après nature et que David, dont elle était l'élève, retoucha quelque peu. Ce sont là les seuls croquis authentiques des premières expériences de respiration faites sur l'homme, expériences dont elle avait été le témoin. Dans la même pièce, sur son bureau, M. de Chazelles conserve des lettres et des papiers de Franklin, encore inédits, et qui ont toujours été en la possession des descendants de Lavoisier. Parmi ces curieux documents se trouve un mémoire contenant les plans d'un cerf-volant soumis à Franklin par un marin et annotés par le grand homme qui comptait y apporter certains perfectionnements. On y peut voir encore un projet et des schémas relatifs à la construction d'un petit bateau qui devait être propulsé par un piston refoulant l'eau à l'arrière. Enfin, citons une très noble discussion à propos de l'Esclavage en Amérique, discussion que conclut ainsi le célèbre philanthrope : les luttes déchaînées par la conquête des Antilles et le nombre des esclaves nègres qui sont morts en cultivant la canne à sucre permettent d'affirmer que tout le sucre consommé en Europe est souillé par du sang humain.

Je dois le privilège d'avoir admiré tout ceci à mon ami le Professeur J. Le Goff à qui je dois également d'avoir en ma possession les plus importants ouvrages classiques français sur le métabolisme, y compris la luxueuse édition des Œuvres de Lavoisier que publia le gouvernement français sous le second empire. Ce sont là des trésors dont je ne saurais trop le remercier.

Lavoisier et Franklin étaient liés par une profonde amitié ; à Paris ils vécurent l'un près de l'autre et souvent Franklin vint s'asseoir à la table du grand chimiste. Dans une lettre adressée à Franklin le 5 février 1790, durant les premiers jours de la Révolution française, Lavoisier écrivait :

« Après vous avoir entretenu de ce qui se
« passe dans la chimie, ce serait bien le cas de
« vous parler de notre révolution politique.
« Nous la regardons comme faite et bien faite

« sans retour. Il existe encore cependant un « parti aristocratique qui fait de vains efforts « et qui est évidemment le plus faible... Nous « regrettons bien dans ce moment votre éloi- « gnement de France; vous auriez été notre « guide et vous nous auriez marqué les bornes « que nous n'aurions pas dû franchir ».

La famille de Lavoisier semble remonter à Antoine Lavoisier qui, sept générations avant celle du célèbre chimiste, fut postillon des écuries royales et mourut en 1620. Ses descendants s'élevèrent progressivement aux plus hautes situations jusqu'au grand Lavoisier dont on a pu dire qu'il faudrait cent ans pour retrouver son égal. Une intelligence innée, une éducation soignée, une grande fortune et cette atmosphère de curiosité et d'esprit critique qui était particulière au Paris de son époque expliquent la richesse et la vivacité de son inspiration.

Il ne me sera pas inutile d'exposer ici l'état de la physiologie chimique avant Lavoisier. Robert Boyle en 1660 avait produit l'extinction d'une flamme, ou la mort d'un animal en les plaçant sous la cloche d'une machine pneumatique. Un contemporain de Boyle, J. Mayow, de Londres, croyait que l'air contenait des particules « nitro aériennes » qui entretenaient la combustion et la vie animale. Il avait démontré que ces particules étaient la cause de l'augmentation du poids de l'antimoine brûlant sous les rayons d'une lentille convergente et que les particules nitro-aériennes du salpêtre, corps susceptible de brûler le soufre, étaient identiques à celles qu'on trouve dans l'air. C'était, en fait, la première découverte de l'oxygène ; mais on l'oublia si complètement qu'au moment où Lavoisier demanda à Magellan de lui chercher un exemplaire du mémoire de Mayow on n'en put trouver un seul dans toutes les bibliothèques de Londres (1).

Le chimiste allemand Stahl, qui était en 1716 médecin du roi de Prusse, fut le fondateur de la fameuse théorie phlogistique de la combustion qui devait satisfaire l'esprit humain pendant près d'un siècle. Suivant cette théorie, toutes les substances combustibles contiennent du phlogistique qui disparaît après leur combustion. Les corps que nous savons aujourd'hui être des oxydes de fer ou de plomb étaient des métaux qui, en brûlant, avaient perdu leur phlogistique. Chauffés en présence de charbon, substance supposée riche en phlogistique, ils absorbaient une nouvelle quantité de ce principe pour redevenir des métaux. Cette théorie assez simple permettait d'expliquer tous les phénomènes de combustion et fut généralement admise par le monde scientifique de l'époque.

Le grand physiologiste A. von Haller qui mourut en 1777 expose dans ses « Éléments de physiologie » (1), ouvrage qu'il écrivit au milieu du XVIII^e^ siècle, une théorie plutôt obscure des phénomènes de la respiration.

« Les « effets secondaires » de la respiration « sont très nombreux. Elle prive le sang d'un « principe excessivement nuisible et l'expulse « à l'extérieur. Ce principe en restant dans l'at- « mosphère est la cause de la suffocation ; car, « produit en grande masse par la respiration « d'une foule entassée dans un espace clos, il « communique à l'air des propriétés suffocan- « tes. D'autre part, la respiration absorbe dans « l'air une vapeur subtile dont le rôle n'est pas « suffisamment connu ».

B. Franklin symbolisa dans quelques vers du « Pauvre Richard » (1746) les idées de son époque sur la respiration : *Like cats in air pumps to subsist we strive on joys too thin to keep the soul alive* ».

On doit rappeler qu'à cette cette époque l'hypothèse des quatre éléments d'Empédocle : l'air, le feu, la terre et l'eau était à la base de toutes les théories des chimistes. Celles-ci furent d'ailleurs abandonnées quand on eut démontré que l'air était un mélange gazeux et l'eau un composé chimique formé de deux gaz.

Lavoisier était intimement lié avec un professeur de Chimie d'Edimbourg. J. Black. En 1754, Black avait découvert que la magnésie blanche (carbonate de magnésie) perdait par chauffage la moitié de son poids et donnait un dégagement gazeux quand on la traitait par les acides. Il appela « air fixe » le gaz dégagé. Il constata la présence du même « air fixe » dans les gaz des fermentations, dans les produits de la combustion du charbon et dans l'air expiré. Black, dans ses expériences, avait découvert l'acide carbonique.

Il restait un nouveau gaz à découvrir : l'azote. En 1712, Rutherford, ami et collègue de Black, montra qu'après la combustion d'une chandelle dans un espace clos et l'absorption de « l'air fixe » par un alcali il restait encore un volume considérable d'air qui rapidement faisait cesser la vie animale et éteignait les flammes. Ce gaz irrespirable fut appelé azote.

(1) Grimaux : Lavoisier, 1896, p. 107.

(1) « *First Lines of Physiology* « traduction de la troisième édition latine par W. Cullen, Edimbourg, 1801, p. 131.

Un an auparavant (1771), Priestley ayant introduit une pousse de menthe dans une atmosphère où avait brûlé une chandelle constata qu'après plusieurs jours une autre chandelle y brûlait parfaitement. Evidemment, la première chandelle avait, en brûlant, remplit l'espace clos de phlogistique et la plante vivante l'avait absorbé en laissant de « l'air déphlogistiqué ». Cet air pouvait alors recevoir d'autre phlogistique quand on allumait la deuxième chandelle.

Peu de temps après cette découverte (1774), Priestley exposa l'oxyde rouge de mercure à la chaleur des rayons d'une lentille et s'aperçut qu'il se produisait un « air » dans lequel une flamme brûlait avec un vif éclat. Priestley supposa que cet « air » était de l'air déphlogistiqué pur tandis que l'air atmosphérique était seulement partiellement déphlogistiqué.

Priestley expliquait ainsi la présence de « l'air fixe » de Black dans l'air inspiré : « Par conséquent, lors de la précipitation qui se produit quand on insuffle de l'air dans l'eau de chaux, l'air fixe qui se combine à cette « terre » ne vient pas du poumon mais de l'air atmosphérique décomposé par le phlogistique qu'exhale cet organe ». Et Priestley qui fut l'un des auteurs de la découverte de l'oxygène, mourut en 1804 à Northumberland (Pennsylvanie) croyant encore à la théorie phlogistique de la combustion.

Indépendamment de Priestley et avant lui un chimiste éminent, le pharmacien suédois Scheele, découvrit l'oxygène en décomposant par la chaleur le bioxyde de manganèse et quelques autres substances. Scheele croyait que l'atmosphère était composée d' « air phlogistiqué » (azote) et d' « air du feu » (oxygène). La chaleur était de l'air du feu uni au phlogistique. Elle traversait le verre. D'après cette hypothèse une certaine portion de l'air pouvait donc traverser le verre (1).

En 1771 le même savant (2) constata qu'en chauffant du carbonate d'argent dans une cornue, il obtenait un dégagement d' « air fixe » et d' « air du feu », tandis qu'un résidu d'argent métallique restait dans le fond du récipient. En 1775, il plaça du carbonate d'argent dans une petite cornue communiquant avec une vessie aplatie et chauffa la substance. Deux « airs » se dégagèrent : de « l'air fixe » qu'il caractérisa par l'eau de chaux et de « l'air libre » dans lequel une flamme brillait avec éclat. Entre ces deux expériences, dans une lettre datée du 30 septembre 1774 (1), il conseillait à Lavoisier de chauffer du carbonate d'argent avec sa puissante lentille, d'absorber « l'air fixé » par l'eau de chaux et d'observer si un animal pourrait vivre et une chandelle brûler dans l'air restant. Il demandait à Lavoisier de lui communiquer les résultats de cette expérience.

Scheele fit également une autre expérience très originale. Il plaça deux grosses abeilles et un peu de miel à la partie supérieure d'une cloche en verre de forme spéciale qu'il avait construite lui-même. Après l'avoir remplie « d'air du feu » il en plongea la partie inférieure dans l'eau de chaux. Le volume d'air du récipient diminua de jour en jour et l'eau de chaux qui absorbait le gaz carbonique monta dans le tube. Au bout de huit jours les deux abeilles étaient mortes et l'eau de chaux avait presque complètement rempli l'appareil (2).

Il est évident que Scheele avait introduit les deux abeilles dans une atmosphère d'oxygène presque pur et que le gaz carbonique qu'elles avaient expiré avait été à peu près complètement absorbé par l'eau de chaux.

Scheele ne tira aucune conclusion précise de cette très belle expérience, mais d'une critique qu'il rédigea à propos de toutes ses expériences nous extrayons cette généralisation plutôt obscure :

« Pourquoi le sang et les poumons ne trans-
« formeraient-ils pas « l'air du feu » en « air
« acide » ? Je me permets de donner mon opi-
« nion à ce sujet car je me demande quel pro-
« fit je pourrais tirer de ces expériences si elles
« n'avaient pas pour objet de me permettre
« d'approcher de mon unique but : la vérité.
« Le phlogistique qui se combine avec beau-
« coup de substances en les rendant plus flui-
« des, plus mobiles et plus élastiques doit avoir
« la même influence sur le sang. Les corpus-
« cules du sang doivent l'absorber par les déli-
« cates ouvertures des poumons. Par l'effet de
« cette absorption ils se dilatent et par consé-
« quent leur fluidité augmente. En un point
« encore inconnu du système circulatoire ils
« doivent abandonner le phlogistique absorbé
« et peuvent par suite absorber à nouveau ce
« remarquable principe quand ils reviennent
« au poumon. Je laisse d'ailleurs à d'autres le
« soin de trouver le point où va le phlogisti-
« que durant la circulation. L'affinité du sang

(1) Scheele's Briefe, p. 79, lettre de novembre 1775
(2) Physische und chemische Werke Berlin, 1793, 1, p. 90. Scheell's Briefe, p. 80, 407 et 466.

(1) Scheele's Briefe, p. 406.
(2) Ueber Luft und fener, 1777, Physische und Chemische Werke, Berlin 1793 p. 209.

« pour le phlogistique ne peut pas être aussi « importante que celle des plantes ou des in- « sectes qui le puisent dans l'air ; de plus le « sang ne peut le transformer en air acide mais « il le transforme cependant en une sorte d'in- « termédiaire entre « l'air du feu » et « l'air aci- « de » je veux parler de « l'air vitié ». En effet, « ce gaz ne se combine pas à l'eau de chaux et « à l'eau comme l'air du feu, quoiqu'il éteig- « gne cependant les flammes comme l'air « acide ».

L' « air vitié » de Scheele était l'azote. Malgré ses expériences si ingénieuses et si précises, le chimiste suédois — qui fut l'un des plus grands savants de son époque — fut incapable d'en interpréter les résultats sans les faire concorder avec la théorie alors incontestée du phlogistique.

Voici donc deux grands hommes : Priestley et Scheele, s'intéressant passionnément tous les deux à la chimie, rangés l'un et l'autre parmi les plus grands savants de leur temps pour l'importance de leurs travaux, mais n'ayant pas assez de pénétration d'esprit et de culture philosophique pour comprendre la portée de leurs expériences. L'un Priestley, pauvre clergyman dissident, gagnant sa vie par ses prédications, fut obligé d'émigrer en Amérique, dans sa vieillesse, sa maison ayant été brûlée par les loyalistes. L'autre Scheele, bien qu'honoré et estimé par les savants du monde entier, resta jusqu'à la fin de ses jours un pauvre apothicaire.

Ces deux grands hommes, qui cependant ont su étendre si largement le champ des connaissances humaines, furent ce que l'on appellerait aujourd'hui des savants d'esprit étroit.

Ce qualificatif ne pourra jamais être appliqué à Lavoisier, qui répéta et amplifia leurs expériences, ruina la théorie du phlogistique et fut le fondateur de la Chimie moderne.

Lavoisier fut élu membre de l'Académie des Sciences en 1768, à l'âge de 24 ans. Vers la même époque, désirant augmenter sa fortune personnelle, il entra dans les services de la ferme générale, institution chargée en France, sous l'ancien régime, du recouvrement des impôts. On raconte à ce propos que le mathématicien Fontaine répartit à quelques-uns de ses collègues peu suspects de sympathie à l'égard de cette administration : « Tant mieux ! Les dîners qu'il nous donnera seront meilleurs (1) ».

Dans l'administration de la Ferme Générale le jeune homme travailla sous les ordres d'un certain Paulze, neveu de Terray qui était alors ministre d'Etat très influent et contrôleur des Finances. A 28 ans, Lavoisier épousait la fille de Paulze alors âgée de 14 ans. Son mariage et sa position personnelle lui assurèrent une prospérité matérielle considérable sans diminuer en rien son infatigable activité. Il se félicitait d'ailleurs d'avoir, en aidant de son patronage influent les fabricants parisiens d'intruments scientifiques, libéré la France de sa dépendance vis-à-vis des constructeurs anglais.

La première communication de Lavoisier à l'Académie est intitulée : « De la Nature de l'Eau et des Expériences qui tendent à prouver sa Transformation en Terre ». Pour réfuter les expériences de ses devanciers il mit de l'eau de pluie dans un alambic de terre hermétiquement clos et la fit distiller pendant 101 jours. Il constata la présence de matière minérale en suspension dans le liquide mais sans que l'ensemble ait changé de poids. De plus la matière minérale qui apparut provenait de l'attaque de la paroi du récipient qui avait perdu une fraction de son poids après le chauffage. Lavoisier utilisa pour cette expérience une balance très exacte construite par un vérificateur de la Monnaie de Paris.

Cette simple expérience marque la chute d'un dogme vieux de plus de deux mille ans, et cela, grâce à l'introduction de la méthode quantitative dans la Science Chimique. Rappelons à ce sujet ce qu'écrivait Lavoisier dans ses « Eléments de Chimie (1) ».

« La détermination du poids des matières et « des produits, avant et après les expériences, « étant la base de tout ce qu'on peut faire d'u- « tile et d'exact en chimie, on ne saurait y ap- « porter trop d'exactitude. La première chose, « pour remplir cet objet, est de se munir de « bons instruments...

« J'ai trois sortes de balances de différentes « tailles construites chez M. Fontin ; et je ne « crois pas que, à l'exception de celles de Ram- « den, il en existe qui puissent leur être « comparées pour la justesse et la précision ».

Lavoisier avait deux balances de précision : l'une pouvait peser 600 gr. à cinq milligrammes et l'autre était sensible au dixième de milligramme, ce qui est à peu près la sensibilité des modèles de balance employées actuellement. On peut voir au Conservatoire des Arts et Métiers la remarquable collection d'appareils ayant appartenu à Lavoisier. On peut y admirer un gazomètre pour la mesure précise des volumes

(1) Grimaux : Lavoisier, 1896, p. 32.

(1) Lavoisier : Traité Elémentaire de Chimie, tome II, p. 11.

gazeux, le célèbre calorimètre à glace de Lavoisier et Laplace et aussi des baromètres d'un fini remarquable dont les supports en acajou sont décorés de filigranes d'or comme des meubles de prix. Ces trésors furent descendus dans les caves du Conservatoire pendant le bombardement de Paris par les Allemands en 1918.

A propos des gazomètres, Lavoisier (1) écrit :

« C'est un instrument précieux par le grand « nombre des applications qu'on en peut faire, « et parce qu'il est des expériences à peu près « impossibles sans lui.

« Ce qui le renchérit, c'est qu'un seul ne suf« fit pas, il le faut double dans un grand nom« bre de cas, comme dans la formation de « l'eau, dans celle de l'acide nitreux, etc. C'est « un effet inévitable de l'état de perfection « dont la chimie commence à s'approcher, que « d'exiger des instruments et des appareils dis« pendieux et compliqués, mais il ne faut pas « que ce soit aux dépens de leur commodité et « surtout de leur exactitude ».

Après avoir ainsi remarqué l'insistance que met à recommander l'emploi des instruments de mesure précis celui qui, il y a 150 ans, fit la révolution chimique on ne peut guère prendre pour des vérités nouvelles les conseils du même genre donnés par les savants ultra-modernes.

Dans le centre de la France, près du Puy-de-Dôme, M. E. de Chazelles possède un château : le château de la Carrière où se trouve un véritable musée des appareils ayant appartenu à Lavoisier (2). Plusieurs thermomètres de haute précision, une superbe balance, trois grands ballons de verre de 15, 12 et 7 litres de capacité sont à mentionner parmi d'autres objets d'une grande valeur historique.

Lavoisier faisait ses expériences à une époque où le liège et le caoutchouc n'étaient pas encore employés dans les laboratoires. Aussi les joints de ses tubes et de ses ballons sont en laiton finement poli.

Quel spectacle que celui de ce grand français travaillant dans sa bibliothèque et dans son laboratoire ou causant avec des visiteurs attirés par l'élégante et brillante capitale de la France ! Thorpe (3) a relaté que Priestley dîna avec Lavoisier en octobre 1774 et lui indiqua la manière de préparer de « l'air déphlogistiqué pur » à partir de l'oxyde de mercure; rappelons aussi que Scheele dans une lettre datée du 30 septembre de la même année lui décrivait son expérience sur la production de « l'air fixe » et de « l'air du feu » par l'exposition du carbonate d'argent aux rayons lumineux d'une lentille.

Dix jours après son entretien avec Priestley puis au mois de mars de l'année suivante, Lavoisier alla à Montigny chez son ami Trudaine. Celui-ci possédait une énorme lentille de 42 pouces de diamètre dont la construction avait coûté 15.000 livres. Lavoisier s'en servit pour répéter les expériences de Priestley. Dans une communication à l'Académie des Sciences datée de Pâques 1775 (1) le grand chimiste annonçait à ses confrères qu'en chauffant de la chaux rouge de mercure avec du charbon il avait obtenu de « l'air fixe » et qu'en chauffant la même substance sans charbon il avait préparé un gaz dans lequel une flamme brillait avec un éclat comparable à celui que produit la combustion du phosphore dans l'air. Il en déduisait que ce gaz était de l'air éminemment respirable. La perte de poids de la chaux mercurique était égale au poids d'« air éminemment respirable » dégagé. Donc « l'air fixe » était, d'après ses expériences, le résultat de l'union du charbon et de « l'air éminement respirable ».

Dans une communication suivante (2) il expliquait que c'était l'air éminemment respirable qu'absorbaient le phosphore et le soufre en produisant par combustion les acides phosphorique et sulfurique.

Après ces découvertes Lavoisier étudia l'action d'un animal — en la circonstance un moineau — sur l'air contenu dans un espace clos. Dans un court mémoire (3) daté de 1777, il indiquait : 1° que durant la respiration l'animal enfermé dans un espace clos absorbe seulement « l'air éminemment respirable » (oxygène), qui est remplacé par de « l'acide calcique aériforme » (gaz carbonique) ; 2° que les métaux calcinés en vase clos absorbent intégralement l'oxygène contenu dans l'air du récipient ; 3° qu'après avoir absorbé par un alcali dans l'atmosphère d'une cloche sous laquelle était mort un animal le gaz carbonique produit par la respiration il restait dans le récipient un « air vicié » analogue à celui que laissent les métaux quand on les

(1) Traité Elémentaire de Chimie.

(2) Truchot, Annales de Chimie et de Physique, 1879, 18, p. 289.

(3) Thorpe : Essays in Historical Chemistry, 1902. p. 160.

(1) Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 2, p. 122.

(2) Œuvres de Lavoisier, Paris 1862, 2, p. 139.

(3) Lavoisier : La respiration des animaux, Mém. de l'Ac. des Sc., 1777, p. 185 ; Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 2, p. 283 .

calcine en vase clos. Lavoisier remarquait d'ailleurs que cet air vicié pouvait reprendre toutes ses propriétés antérieures par simple addition « d'air éminement respirable ».

Trois ans plus tard, Lavoisier et Laplace (1) firent un autre pas en avant. Ces deux savants observèrent qu'un cobaye produisait 224 grammes d'acide carbonique en dix heures et que ce que nous appellerions aujourd'hui son quotient respiratoire était égal à 0,84.

En plaçant le cobaye dans leur calorimètre à glace, ils purent constater que la chaleur dégagée par l'animal fondait 13 onces de glace en 10 heures. D'après leur calcul en brûlant assez de charbon pour obtenir 224 grammes de gaz carbonique ils auraient dû fondre seulement 10,4 onces de glace.

Ce léger excès de glace fondue obtenu dans leur expérience provenait, supposèrent-ils, de trois causes d'erreur probables : 1° L'agitation des pattes de l'animal durant l'expérience ; 2° l'eau produite par la respiration qui s'ajoutait à la quantité de liquide provenant de la fusion de la glace; 3° l'influence du froid sur l'animal qui réagissait en augmentant sa production de chaleur. Mais ils ajoutaient néanmoins :

« Et si, comme nous l'avons trouvé dans les « expériences précédentes, ces deux quantités « de chaleur sont à peu près les mêmes, on « peut en conclure directement et sans hypothèse que c'est au changement de l'air pur « en air fixé par la respiration, qu'est due, au « moins en grande partie, la conservation de « la chaleur animale. »

On remarquera ici que Lavoisier découvrit la chaleur animale plus de cinquante ans avant que fût formulé le principe de la conservation de l'énergie. Il observa également que deux moineaux produisent dans l'unité de temps la même quantité de chaleur qu'un cobaye.

Un an après ces expériences (1781) l'anglais Cavendish annonçait que lors de la combinaison de deux volumes « d'air inflammable » (ou hydrogène) et d'un volume de « l'air déphlogistiqué » de Priestley sous l'influence de l'étincelle électrique on obtenait de l'eau. Cavendish en concluait que « l'air déphlogistiqué » était de l'eau privée de son phlogistique.

On a prétendu que Lavoisier (2) entendant parler de ces expériences par Blagden, secrétaire de la Royal Society de Londres, les répéta. Quoi qu'il en soit le seul fait à retenir est que Lavoisier fut vraiment le premier à comprendre le phénomène. Dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences en 1783 (1) il déclarait que l'eau était tout simplement une combinaison d'air inflammable et d'oxygène et que la chaleur et la lumière produites par cette combinaison sont des quantités imponderables.

La même année Lavoisier ruinait définitivement l'hypothèse du phlogistique. Voici la conclusion du célèbre mémoire intitulé (2) : « Réflexions sur le phlogistique » :

« Je n'ai eu pour objet dans ce mémoire que « de donner de nouveaux développements à la « théorie de la combustion, que j'ai publiée en « 1777; de faire voir que le phlogistique de « Stahl est un être imaginaire dont il a supposé « gratuitement l'existence dans les métaux, « dans le soufre, dans le phosphore, dans tous « les corps combustibles; que tous les phénomènes de la combustion et de la calcination « s'expliquent d'une manière beaucoup plus « simple et beaucoup plus facile sans phlogistique qu'avec le phlogistique. Je ne m'attends « pas que mes idées soient adoptées tout d'un « coup; l'esprit humain se plie à une manière « de voir, et ceux qui ont envisagé la nature « sous un certain point de vue, pendant une « partie de leur carrière, ne reviennent qu'a- « vec peine à des idées nouvelles; c'est donc « au temps de confirmer ou de détruire les opi- « nions que j'ai présentées. En attendant, je « vois avec une grande satisfaction que les jeu- « nes gens qui commencent à étudier la scien- « ce sans préjugés, que les géomètres et les « physiciens qui ont la tête neuve sur les véri- « tés chimiques, ne croient plus au phlogisti- « que dans le sens que Stahl l'a présenté et re- « gardent toute cette doctrine comme un écha- « faudage plus embarrassant qu'utile pour con- « tinuer l'édifice de la science chimique. »

Malgré la précision et la logique de Lavoisier, les chimistes de son temps étrangers à son pays persistèrent à soutenir leur étroit point de vue. Priestley et Cavendish ne se laissèrent pas convaincre et Scheele (3) écrivait en 1783 :

« Est-il impossible de convaincre Lavoisier « que son système ne saurait être universelle- « ment accepté ? L'acide nitrique provenant « de l'air nitreux et de l'air pur, l'acide carbo- « nique du charbon et de l'air, l'acide sulfuri-

(1) Lavoisier et Laplace : Mémoire de l'Ac. des Sc., 1780, p. 355 ; Œuvres de Lavoisier, 1862, 2, p. 283.
(2) Thorpe : Essays in Historical Chemistry, 1902. p. 170.

(1) Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 2, p. 334.
(2) Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 2, p. 623.
(3) Scheele's Brief, p. 364.

« que du soufre et de l'air pur, l'acide lactique « du sucre et de l'air pur ! Peut-on croire de « telles choses ? Je soutiendrais plutôt les An- « glais dans la controverse ».

Seul Black, professeur de Chimie à Edimbourg, et auteur de la découverte de l' « air fixe », comprit la vérité. Le 13 novembre 1790, six mois après la lecture de son dernier mémoire à l'Académie des Sciences, Lavoisier (1) écrivait à Black une lettre empreinte d'une courtoisie bien française, qu'il terminait par ces mots :

« Il est bien juste que vous soyez le premier « informé des progrès réalisés dans une voie « que vous avez ouverte et dans laquelle nous « sommes nous-mêmes vos disciples. Nous nous « livrons au même genre d'expériences et j'ai « l'honneur de vous communiquer les résul- « tats de mes dernières découvertes. J'ai l'hon- « neur de rester, avec un attachement respec- « tueux, etc... »

Et Black répondait en 1791 :

« Les nombreuses autant qu'ingénieuses ex- « périences que vous avez entreprises ont été « exécutées avec tant de soin et dénotent une « observation si scrupuleuse des détails que « rien ne saurait être plus satisfaisant que les « preuves que vous donnez. Le système que « vous avez établi sur les faits est si étroitement « en rapport avec eux, si simple et si intelligi- « ble qu'il sera approuvé de plus en plus et « adopté par un grand nombre de chimistes « accoutumés cependant à l'ancienne théo- « rie...

« Ayant pendant trente ans admis et ensei- « gné la théorie du phlogistique telle qu'on « la comprenait avant la publication de votre « nouvelle théorie j'ai éprouvé pendant long- « temps une vive répulsion pour un système « qui montre l'absurdité de ce qui était jadis « pour moi une doctrine saine et vraie. Heu- « reusement cette opposition qui provenait « seulement d'une longue habitude s'est gra- « duellement atténuée, subjugué que je suis « par la clarté de vos preuves et la logique « de votre exposé.

Après avoir étudié ainsi les travaux qui ruinèrent la vieille doctrine du phogistique, on ne peut qu'être indigné par les excès de la révolution française et les violences de langage de Marat. Celui-ci ayant admis, en effet, qu'une bougie s'éteint dans un espace limité parce que l'air violemment dilaté par la flamme, ne pouvant s'échapper la comprime et l'étouffe; Lavoisier réfuta cette doctrine. Marat, l'Ami du peuple « sous le titre : « Charlatans modernes » publia les lignes suivantes :

« Lavoisier, le père putatif de toutes les dé- « couvertes qui font bruit, comme il n'a point « d'idées en propre il s'empare de celles des « autres, mais ne sachant presque jamais les « apprécier il les abandonne avec autant de « légèreté qu'il les a prises et il change de sys- « tème comme de souliers (1) ».

Paroles injustes, indice cependant de la désapprobation des contemporains.

Le nouveau système de sels et d'oxydes créé par Lavoisier lui fit prévoir la découverte du sodium et du potassium, car dans ses « Eléments de Chimie (2) » il écrivit : « Il est tout « à fait vraisemblable que les substances que « nous appelons des terres soient seulement « des oxydes métalliques irréductibles par les « procédés actuellement connus. » Un biographe de Lavoisier a pu comparer ceci à la célèbre prophétie de Copernic relative à l'invention du télescope.

Lavoisier, après tous les progrès qu'il venait de faire réaliser à la chimie, pouvait établir les fondements de la chimie physiologique moderne. Aussi en 1785 il fit observer que la disproportion constatée jadis par lui (1780) entre la quantité de gaz carbonique expiré et d'oxygène inspiré était due au fait qu'une partie de l'oxygène était employée à oxyder l'hydrogène dans les poumons. Cette oxydation devait produire une quantité de chaleur supplémentaire expliquant l'écart entre la chaleur du cobaye directement mesurée (voir page 182) et la chaleur calculée comme devant provenir de l'oxydation du carbone par l'oxygène. Il est intéressant de rappeler que quatre-vingt ans plus tard (1860) Bischoff et Voit (3) calculèrent la valeur calorifique du métabolisme respiratoire d'après la quantité de chaleur que peuvent produire en brûlant les éléments carbone et hydrogène.

La dernière contribution de Lavoisier à l'étude de cette question fut la série d'expériences faites sur l'homme; expériences qui datent de la fin de sa carrière.

Ce travail fut publié par Séguin et Lavoisier (4) en 1789 dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences. Dans leur note les auteurs remarquent :

« On dirait que cette analogie qui existe en-

(1) Richet : Revue Scientifique, 1887, 39, p. 193.

(1) Grimaux : Lavoisier, 1896, p. 207.
(2) Lavoisier : Eléments de Chimie.
(3) Die Gesetze der Ernahrung des Fleischfressers, Leipzig, 1860, p. 43.
(4) OEuvres de Lavoisier : Paris, 1862, 2, p. 688.

« tre la combustion et la respiration n'avait « point échappé aux poètes, ou plutôt aux phi- « losophes de l'antiquité dont ils étaient les in- « terprètes et les organes. Ce feu dérobé du « ciel, ce flambeau de Prométhée, ne présente « pas seulement une idée ingénieuse et poéti- « que, c'est la peinture fidèle des opérations de « la nature, du moins pour les animaux qui « respirent : on peut donc dire, avec les an- « ciens, que le flambeau de la vie s'allume au « moment où l'enfant respire pour la première « fois, et qu'il ne s'éteint qu'à sa mort. »

Avant d'entrer dans le détail de leurs expériences sur l'homme, les deux auteurs exposent qu'un cobaye respire dans l'oxygène pur et dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène exactement comme dans l'air ; la respiration, la circulation et l'intensité de la combustion ne sont nullement modifiées. Ils en concluent que l'azote ne joue aucun rôle dans le phénomène respiratoire.

Seguin lui-même servit de sujet pour les expériences dont les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

TABLEAU I. — *Résultats des expériences faites sur l'homme*

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES	TEMPÉRATURE AMBIANTE	OXYGÈNE ABSORBÉ PAR HEURE
1) Sans nourriture.....	26°	1,210 pouces de France
2) Sans nourriture.....	12°	1,344
3) Avec nourriture.....		1,800 — 1,900
4) Avec travail (9,195 livres pieds) sans nourriture.....		3,200
5) Avec travail (9,750 livres pieds) et avec nourriture.....		4,600

Tels sont les faits concernant le métabolisme. On voit que le métabolisme initial était augmenté de 10 % après l'exposition au froid ; de 50 % par l'absorption de nourriture ; de 200 % par l'exercice et de 300 % par les effets combinés de la nourriture et de l'exercice. Les connaissances actuelles nous ont permis de calculer que Lavoisier fixant, dans ses expériences désormais historiques, le volume d'oxygène absorbé par heure à 24 litres, se trompait de 25 % par excès. Quant à sa méthode expérimentale elle est peu différente de celle des expérimentateurs actuels et cependant, le grand chimiste fut, il y a cent-quarante ans, le premier homme qui comprit exactement le rôle joué par l'oxygène dans la respiration. C'est seulement dans ces dix dernières années que l'on a vérifié l'exactitude des observations faites par Lavoisier sur l'augmentation totale du métabolisme due aux influences combinées de la nourriture et du travail musculaire. Lavoisier observa également qu'il existait une relation constante entre le volume d'oxygène absorbé et le produit du nombre de battements du pouls par le nombre d'inspirations (1).

Nous ignorons comment Lavoisier compléta ces résultats si remarquables car le trouble jeté à cette époque dans son existence par les événements politiques ne lui permit plus de se livrer à des travaux de Science pure. Cependant, notons dans son mémoire cette réflexion :

« Il était impossible de soumettre à des ex- « périences précises les effets de la respiration, « avant qu'on eût acquis des moyens simples, « faciles et expéditifs, de faire l'analyse de l'air; « et c'est un service que M. Seguin vient de « rendre à la chimie ».

Seguin (2), dans son mémoire publié aux Annales de Chimie, donne quelques détails sur l'eudiomètre qu'il employait pour ce dosage de « l'air vital » dans l'air respiré. Cet appareil avait de 8 à 10 pouces de long et un pouce de diamètre. Il le remplissait de mercure et le retournait sur ce liquide. Il y introduisait ensuite une faible portion du gaz à analyser et un morceau de phosphore qu'il enflammait grâce à la chaleur produite par un charbon ardent placé à proximité. Tout l'air à analyser était alors introduit peu à peu et le volume de gaz restant mesuré.

La diminution de volume représentait la quantité d'oxygène combinée au phosphore ; le gaz carbonique était absorbé par la potasse. Seguin ajoute que l'ancienne méthode d'analyse indiquée par Priestley, présente près de vingt causes d'erreur mais qu'elle mérite cependant d'être retenue à cause de la précision avec laquelle elle permet de doser les gaz contenus dans l'air provenant de la respiration.

Il déclare cependant :

« Si nous entrons, par exemple dans une « chambre qui contienne un très grand nom- « bre d'individus, nous sentons sur le champ « une odeur suffocante ; mais si à l'aide de nos « eudiomètres nous analysons cet air infect, et « que nous le comparions à l'air atmosphéri- « que environnant, nous ne trouvons qu'une « différence presque insensible dans les propor- « tions des principes qui constituent ces flui- « des respirables. »

Madame Lavoisier nous a laissé deux dessins

(1) Lettre à Black : Revue Scientifique, 1887, 39, p. 193.

(2) Annales de Chimie, 1791, 9, p. 293.

des appareils employés par son mari, (1) dont on trouve deux bonnes reproductions dans le Lavoisier de Grimaux. L'un d'eux représente Seguin, assis sur une chaise, complètement nu, et respirant à travers une sorte de masque dans une série de ballons et de cloches.

Madame Lavoisier s'est figurée elle-même assise devant une table et notant les particularités de l'expérience. Dans l'une de celles-ci un poids est placé sur le cou de pied de Seguin. La disposition des appareils diffère d'ailleurs totalement d'une expérience à l'autre. Dans le croquis représentant Seguin respirant en accomplissant un travail, on devine des sortes de valves servant probablement à aspirer l'air pur dans l'atmosphère et à rejeter l'air expiré dans un tube ou une cloche retournée sur l'eau. Nysten (2) durant un séjour qu'il fit à Paris en 1811 décrivit un procédé d'étude de l'air expiré par des tuberculeux ou d'autres malades. Il les faisait respirer au moyen d'une valve reliée à une vessie préalablement aplatie et analysait les gaz obtenus par une méthode analogue à celle de Seguin.

Tels sont les faits historiques que nous connaissons relativement aux appareils employés dans les premières expériences de respiration faites sur l'homme. Malheureusement les détails précis de ces expériences dont les résultats sont encore à la base des études faites sur le métabolisme restent dans l'ombre.

Lavoisier (3) concluait ainsi, de toute cette étude :

« Ce genre d'observations conduit à compa-
« rer des emplois de forces entre lesquelles il
« semblerait n'exister aucun rapport. On peut
« connaître, par exemple, à combien de livres
« en poids répondent les efforts d'un homme
« qui récite un discours, d'un musicien qui
« joue d'un instrument. On pourrait même éva-
« luer ce qu'il y a de mécanique, dans le travail
« du philosophe qui réfléchit, de l'homme de
« lettres qui écrit, du musicien qui compose.
« Ces effets, considérés comme purement mo-
« raux, ont quelque chose de physique et de
« matériel qui permet, sous ce rapport, de les
« comparer avec ceux que fait l'homme de pei-
« ne. Ce n'est donc pas sans quelque justesse
« que la langue française a confondu, sous la
« dénomination commune de travail, les efforts
« de l'esprit comme ceux du corps, le travail
« du cabinet et le travail du mercenaire...

« Tant que nous n'avons considéré dans la
« respiration que la seule consommation de l'air
« le sort du riche et celui du pauvre était le
« même ; car l'air appartient également à tous
« et ne coûte rien à personne ; l'homme de
« peine, qui travaille davantage, jouit même
« plus complètement de ce bienfait de la na-
« ture. Mais maintenant que l'expérience nous
« apprend que la respiration est une véritable
« combustion, qui consume à chaque instant
« une portion de la substance de l'individu ;
« que cette consommation est d'autant plus
« grande que la circulation et la respiration sont
« plus accélérées, qu'elle augmente à propor-
« tion que l'individu mène une vie plus labo-
« rieuse et plus active, une foule de considéra-
« tions morales naissent comme d'elles-mêmes
« de ces résultats de la physique.

« Par quelle fatalité arrive-t-il que l'homme
« pauvre, qui vit du travail de ses bras, qui
« est obligé de déployer pour sa subsistance tout
« ce que la nature lui a donné de forces, con-
« somme plus que l'homme oisif, tandis que ce
« dernier a besoin de réparer ? Pourquoi, par
« un contraste choquant, l'homme riche jouit-
« il d'une abondance qui ne lui est pas physi-
« quement nécessaire et qui semblait destinée
« pour l'homme laborieux ? Gardons-nous ce-
« pendant de calomnier la nature, et de l'accu-
« ser des fautes qui tiennent sans doute à nos
« institutions sociales et qui peut-être en sont
« inséparables. Contentons-nous de bénir la
« Philosophie et l'Humanité, qui se réunissent
« pour nous promettre des institutions sages,
« qui tendront à rapprocher les fortunes de l'é-
« galité, à augmenter le prix du travail, à lui
« assurer sa juste récompense, à présenter à
« toutes les classes de la société, et surtout aux
« classes indigentes, plus de jouissances et plus
« de bonheur. Faisons des vœux surtout pour
« que l'enthousiasme et l'exagération qui s'em-
« parent si facilement des hommes réunis en
« assemblées nombreuses, pour que les passions
« humaines qui entraînent la multitude si sou-
« vent contre son propre intérêt, et qui com-
« prennent dans leur tourbillon le sage et le phi-
« losophe comme les autres hommes, ne ren-
« versent pas un ouvrage entrepris dans de si
« belles vues, et ne détruisent pas l'espérance
« de la patrie...

« Nous terminerons ce mémoire par une ré-
« flexion consolante. Il n'est pas indispensable,
« pour bien mériter de l'humanité et pour payer
« son tribut à la patrie, d'être appelé à ces fonc-
« tions publiques et éclatantes qui concourent
« à l'organisation et à la régénération des empi-

(1) Au sujet de ces appareils, voir Grimaux : Lavoisier, p. 357.
(2) Archiv für die Physiologie, Berlin, 1817, 3, p. 286.
(3) Lavoisier : Œuvres, Paris 1862, p. 697.

« res. Le physicien peut aussi, dans le silence de « son laboratoire et de son cabinet, exercer des « fonctions patriotiques; il peut espérer, par ses « travaux, de diminuer la masse des maux qui « affligent l'espèce humaine ; d'augmenter ses « jouissances et son bonheur, et n'eût-il con- « tribué, par les routes nouvelles qu'il s'est ou- « vertes, qu'à prolonger de quelques années, « de quelques jours même, la vie moyenne des « hommes, il pourrait aspirer aussi au titre glo- « rieux de bienfaiteur de l'humanité ».

Admirons ici les nobles pensées de celui qui fut le plus grand savant de son époque, l'époque de la Révolution française. Ces paroles, paroles d'un homme de bon sens, remarquablement cultivé, Lavoisier les prononça à l'Académie des Sciences l'année même de la prise de la Bastille au moment où, de de l'autre côté du détroit, Edmond Burke disait: « Dans les jardins de leur Académie, au bout de chaque perspective, on ne découvre que des potences ».

Un an plus tard (1790), Lavoisier concluait par ces mots sa dernière communication à l'Académie :

« Nous avons déjà acquis plus que des con- « jectures sur la cause d'un grand nombre de « maladies, sur les moyens de seconder les ef- « forts que fait la nature pour les guérir. Mais « avant de hasarder une théorie, nous nous pro- « posons de multiplier nos observations, de por- « ter nos recherches sur les phénomènes de la « digestion et sur l'analyse du sang dans l'état « de santé et dans l'état de maladie.

« Nous mettrons à contribution les fastes de « la médecine, les lumières de l'expérience des « savants médecins qui nous environnent, et « ce n'est que lorsque nous pourrons paraître « armés de toutes pièces, que nous oserons at- « taquer le colosse antique et révéré des pré- « jugés et des erreurs ».

Personne ne peut lire sans un frémissement d'admiration ce tableau de la médecine moderne tracé par celui qui jeta bas la théorie du phlogistique, découvrit la composition de l'air et les relations de la combustion et de la vie animale, fut le fondateur de la calorimétrie et révolutionna la Chimie.

Avec cet enthousiasme qu'il apportait en toutes choses, il fixa lui-même les règlements d'un prix de cinq mille livres offert par l'Académie des Sciences à l'auteur du meilleur traité expérimental sur le foie et la bile (1).

En dehors de son laboratoire, la vie de Lavoisier fut celle d'un fonctionnaire, d'un collecteur d'impôts ; il s'occupa également de la manufacture nationale des poudres à canon et contribua pour une large part à l'amélioration de ses produits. Ayant acheté un vaste domaine, il s'y livra à des expériences d'agriculture scientifique ; en doublant la production du blé et quintuplant sur ses terres le nombre des têtes de bétail il s'attira de la part des paysans une reconnaissance profonde.

Cependant, comme je l'ai dit plus haut, Lavoisier était fermier général et Marat lui avait voué une haine féroce. En novembre 1793, il fut arrêté à son laboratoire de l'Arsenal auquel il avait consacré une grande partie de sa fortune. Quelque temps auparavant, au mois d'Août de la même année, l'Académie des sciences avait été supprimée comme « dangereuse pour la sûreté de l'Etat ». Cette institution avait été fondée par Louis XIV en 1666 après la paix des Pyrénées ; alors à l'apogée de son règne, ce monarque avait compris que le prestige de son royaume ne pourrait qu'être augmenté par le développement des Sciences, des Arts et de l'Industrie. Il avait confié à son ministre Colbert le soin de réaliser ses projets (1). Les « Amis du Peuple » éprouvaient au contraire une défiance extrême à l'égard de l'Intelligence et l'Académie fut supprimée.

Quelques jours avant son exécution Lavoisier écrivait à un ami :

« J'ai obtenu une carrière passablement lon- « gue, surtout fort heureuse, et je crois que « ma mémoire sera accompagnée de quelques « regrets, peut-être de quelque gloire. Qu'au- « rais-je pu désirer de plus ? Les événements « dans lesquels je me trouve enveloppé vont « probablement m'éviter les inconvénients de « la vieillesse.....

« Il est donc vrai que l'exercice de toutes les « vertus sociales, des services importants ren- « dus à la patrie, une carrière utilement em- « ployée pour le progrès des arts et des con- « naissances humaines ne suffisent pas pour « préserver d'une fin sinistre et pour éviter de « périr en coupable ! »

Parmi les charges relevées contre Lavoisier, citons la suivante : il était accusé d'avoir perçu l'amende sur l'eau contenue dans le tabac fraudé. Le 8 mai 1794, il fut jugé et reconnu coupable ; il avait alors 50 ans. 28 fermiers généraux furent exécutés en même temps sur la Place de la République. Lavoisier assista à l'exécution de son beau-père Paulze qui était le quatrième de la liste et il passa après lui sous le couperet de la guillotine. C'était la Terreur.

Son ami, le mathématicien Lagrange, chu-

(1) Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 6, p. 33.

(1) Œuvres de Lavoisier, Paris, 1862, 4, p. 557

chota le soir à un de ses intimes. « Il a fallu un instant pour lui couper la tête, mais il faudra cent ans pour en trouver une autre ».

Cent ans plus tard, Berthelot (1) écrivait :

« Ce qui subsiste, ce que nous avons le droit « d'admirer, ce que le jugement universel du « monde civilisé consacre chaque jour davan- « tage, c'est l'œuvre positive qu'il a accomplie; « c'est la constitution décisive de l'une des « sciences fondamentales, la Chimie, fixée sur « des bases définitives. Nulle œuvre n'est plus « grande dans l'histoire de la civilisation et c'est « par là que le nom de Lavoisier vivra éternel- « lement dans la mémoire de l'humanité ».

Il est intéressant de comparer la position sociale des auteurs des grandes découvertes faites pendant le dernier quart du XVIII^e^ siècle. Priestley pauvre clergyman, Cavendish dont on a pu dire qu'il était le plus riche des savants et le plus savant des hommes riches; Scheele pauvre apothicaire suédois et Lavoisier homme d'affaires occupant dans l'échelle sociale un rang proportionné à sa grande fortune personnelle. Quelle conclusion peut-on tirer de cette comparaison relativement à la valeur scientifique de chacun d'eux ? Lavoisier, moins fortuné, aurait-il fait mieux s'il avait pu consacrer tout son temps à la recherche scientifique ? C'est là une question d'opinion personnelle mais il est évident pour tout le monde que la grandeur scientifique dépend surtout de la qualité du « protoplasme intellectuel » du cerveau, des avantages offerts au bon fonctionnement de ce cerveau et de la possession d'une bonne conscience. Bien plus que la fortune, ce sont là les conditions qui assurent la fécondité du travail scientifique.

Passons maintenant du Paris où Lavoisier fut exécuté à celui que visita Liebig un quart de siècle plus tard. Durant ces vingt-cinq années Napoléon avait gouverné la France. Berthollet qui fut l'un des collaborateurs de Lavoisier avait été le professeur de Chimie de l'empereur. Le même Berthollet et le mathématicien Monge furent les organisateurs d'une mission composée d'une centaine de savants qui accompagna Bonaparte en Egypte. Pasteur (2) a trouvé dans certains papiers qu'au retour de Waterloo Napoléon, dans une conversation qu'il eut à l'Elysée avec Monge, disait : « Condamné à ne plus commander des armées je ne vois que les Sciences qui puissent s'emparer fortement de mon âme et de mon esprit ».

En 1823 la Suède avait Berzélius, l'Angleterre, Davy, l'Italie, Volta, mais à Paris vivaient Laplace, Berthollet, Gay-Lussac, Thénard, Cuvier, Ampère et Magendie. Et Thorpe (1), l'actuel président de l'Association Anglaise pour l'Avancement des Sciences, a pu écrire : « Cette constellation a disparu, le monde en vain pourra espérer en contempler une semblable ».

C'est Alexandre de Humboldt qui introduisit Dumas et Liebig dans ce cercle de savants. Liebig, dédiant à Thénard (2) une édition française d'un de ses ouvrages, écrivait à cet illustre maître :

« A M. le baron Thénard, membre de l'Académie des Sciences.

Monsieur,

« En 1823, lorsque vous présidiez l'Académie « des Sciences, un jeune étudiant étranger vint « à vous et sollicita vos conseils à l'occasion d'un « travail sur les fulminates dont il s'occupait « alors.

« Attiré à Paris par l'immense réputation des « maîtres célèbres dont les glorieux travaux « posaient les fondements des sciences et en « élevaient l'admirable édifice, il n'avait d'au- « tre recommandation près de vous que son « amour de l'étude et sa ferme volonté de pro- « fiter de vos leçons.

« Vous lui fîtes l'accueil le plus encourageant « et le plus flatteur, vous le dirigeâtes dans « ses premières recherches et par vous il eut « l'honneur de les communiquer à l'Académie.

« Ce fut la séance du 28 juillet qui décida de « son avenir et lui ouvrit une carrière durant « laquelle il s'est efforcé de justifier depuis dix- « sept ans votre bienveillant patronage.

«Si ses travaux n'ont pas été sans utilité, « c'est à vous que la Science en est redevable, « et il éprouve le besoin de vous exprimer pu- « bliquement ses sentiments ineffaçables de re- « connaissance, de haute estime et de vénéra- « tion ». Justus LIEBIG (34).

En cette année 1823, travaillait aussi à Paris le grand clinicien français Charles-Alexandre Louis dont les élèves américains furent Oliver Wendel Holmes, Gerhard, les Shattucks et les Jackson.

Dans les années qui suivirent Dumas soutint brillamment, seul du côté français, des discussions continuelles avec ses contemporains les plus fameux : Liebig, Wöhler et Berzélius.

Au temps où Liebig et Dumas en étaient au

(1) Berthelot : La Révolution Chimique, Paris, 1890, p. 207.

(2) Valery-Radot : La Vie de Pasteur, 1902, I, p. 257.

(1) Essays in Historical Chemistry, 1902, p. 238.

(2) Préface de l'Edition Française de « La Chimie organique appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture ». Paris, Fortin, Masson et C^o^, 1841.

début de leur carrière scientifique, Claude Bernard était un enfant de dix ans et Pasteur venait de naître. Plus tard, lorsque Claude Bernard fut arrivé à l'apogée de sa valeur intellectuelle, quelqu'un demandait à Dumas : « Que pensez-vous de ce grand physiologiste ? » A quoi Dumas répondit : « Ce n'est pas un grand physiologiste, c'est la physiologie elle-même ! »

Pasteur était l'élève de Dumas et lorsqu'en 1882 l'Académie des Sciences décida de lui décerner une médaille spéciale, Dumas qui s'était mis à la tête de la délégation chargée de la lui remettre lui dit :

« Mon cher Pasteur, votre vie n'a connu que « des succès. La méthode scientifique, dont vous « faites un emploi si sûr, vous doit ses plus « beaux triomphes. L'Ecole Normale est fière de « vos travaux ; la France vous range parmi ses « gloires.

Et Pasteur lui répondit :

« Mon cher maître, il y a quarante ans, en « effet, que j'ai le bonheur de vous connaître et « que vous m'avez appris à aimer la Science et « la gloire.

« J'arrivais de la province. Après chacune de « vos leçons je sortais de la Sorbonne transpor- « té, et souvent ému jusqu'aux larmes. Dès ce « moment votre talent de professeur, votre no- « ble caractère, m'ont inspiré une admiration « qui n'a fait que grandir avec la maturité de « mon esprit. »

On pourrait ainsi faire l'historique, de génération en génération, de l'influence de chacun de ces maîtres sur l'esprit des jeunes gens d'élite. Les modifications extraordinaires apportées par Pasteur aux connaissances humaines ont été ainsi commentées par Osler :

« Au milieu du siècle dernier, nous n'en sa- « vions pas plus sur les causes actuelles des « fléaux qui désolent notre globe : épidémies, « fièvres, pestilences, que n'en savaient les « Grecs. Vinrent Pasteur et son immense labeur. « Avant lui c'était une obscurité quasi « égyp- « tienne »; avec lui c'est une lumière jaillissante « dont l'éclat va croissant à mesure que les an- « nées passent et nous offrent leur contingent « de nouvelles vérités ».

Ecoutez la protestation de Pasteur (1) après les désastres de la guerre de 70 contre « le dédain que la France avait pour les grands travaux de la pensée, particulièrement dans les sciences exactes ». Il s'écriait :

« Tandis que l'Allemagne multipliait ses uni- « versités, qu'elle établissait entre elles la plus « salutaire émulation, qu'elle entourait ses maî- « tres et ses docteurs d'honneurs et de considé- « ration, qu'elle créait de vastes laboratoires « dotés des meilleurs instruments de travail, la « France, énervée par les révolutions, toujours « occupée de la recherche stérile de la meilleure « forme de gouvernement, ne donnait qu'une « attention distraite à ses établissements d'ins- « truction supérieure.

« La culture des sciences dans leur expres- « sion la plus élevée est peut-être plus nécessaire « encore à l'état moral d'une nation qu'à sa pros- « périté matérielle ».

L'été dernier, à Paris, l'illustre président du Congrès de physiologie de 1920, Charles Richet, disait dans son discours d'ouverture :

« Cherchez d'abord à comprendre les choses, leur utilité vous apparaîtra ensuite; c'est avant tout la connaissance qui importe. » Et pour préciser sa pensée, il nous citait les travaux de Claude Bernard sur la fonction glycogénique du foie et aussi ses propres recherches sur l'anaphylaxie; belle découverte qu'il fit en collaboration avec Portier en injectant à des oiseaux du venin d'anémone de mer, pendant une croisière dans les mers tropicales à bord du yacht du Prince Albert de Monaco.

Quelle leçon nous pouvons tirer de l'œuvre des grands maîtres du passé ! Carl Voit me disait en 1890 : « Les Français sont extrêmement bien doués mais les tristes conditions politiques actuelles les empêchent de donner leur mesure ».

Si nous pouvions déterminer les conditions qui font apparaître les hommes de science et les réaliser ensuite, quel bénéfice en tirerait l'humanité ! Un savant anglais bien connu me disait pendant la guerre :

« Les Grecs n'avaient pas une éducation classique, mais ils avaient les deux principes essentiels de toute vraie éducation : d'abord la faculté d'exprimer correctement leur pensée et, en second lieu, celle d'apprécier la nature de leurs relations avec le monde extérieur, ce qui constitue plus proprement la Science ».

C'est bien en effet par leur science, leur science d'observation que Lavoisier et Pasteur ont contribué à affranchir l'esprit humain et c'est pour moi un rare privilège que d'avoir pu parler d'eux lors de cette première « Conférence Pasteur ».

Graham Lusk (1).
Professeur de Physiologie au « Cornell University medical College » (Etats-Unis d'Amérique).

Traduit de l'anglais par P. Gérald,
Préparateur au Collège de France.

(1) Vallery-Radot : Vie de Pasteur, 1902, 1, p. 256.

(1) Conférence Pasteur, 21 octobre 1920. Procedings of the Institute of Medecine of Chicago.

LA PRÉVISION DU TEMPS A LONGUE ÉCHÉANCE

I

Le problème de la prévision du temps à longue échéance, à quelques semaines, à quelques mois et même à quelques années, passionne toujours les chercheurs. Il présente évidemment un intérêt de premier ordre, même si l'on ne prévoit que les caractères généraux d'une saison : la vie économique d'un peuple n'est-elle pas en effet en grande partie sous la dépendance d'un hiver doux ou rigoureux, d'un été sec ou pluvieux ? Malheureusement les nombreuses tentatives de résoudre ce problème n'ont pas encore abouti à un résultat pratique.

Avant de montrer la façon dont la question a été abordée pendant ces dernières années et les espérances qu'on peut raisonnablement fonder sur elle, je mentionnerai quelques-unes des tentatives qui ont fait le plus de bruit, qui ont encore des partisans, et qui restent controversées malgré leur inefficacité reconnue, ou, pour être moins sévère, malgré que leur efficacité n'ait pas été démontrée.

1° *Effet de la Lune.* — L'opinion que la lune exerce une influence sur les phénomènes météorologiques remonte à une époque très reculée. On en trouve la trace dans Virgile et dans les auteurs anciens. Le célèbre navigateur anglais Dampier écrivait, en 1687, que « les typhons, qui règnent sur les côtes du Tonkin, viennent ordinairement lorsque la lune change ou devient pleine ». On trouve la même croyance chez certaines peuplades de l'Afrique. L'amiral Mouchez fut étonné, lors de la mission du passage de Vénus à l'Ile St-Paul, d'entendre les pêcheurs malgaches prédire une accalmie pour le jour de la Nouvelle-Lune.

L'influence de cet astre, à supposer qu'elle existe, n'a pourtant jamais pu être mise en évidence par des statistiques sérieuses. Arago a déjà montré, d'une façon irréfutable et définitive, que les relations qu'on avait cru établir entre le temps et la lune n'avaient aucun fondement. Les nombreuses règles proposées sur les jours importants de la lune au point de vue météorologique (une des règles les plus connues en France porte le nom du maréchal Bugeaud) montrent, par leur diversité même, qu'elles ne peuvent avoir aucune application pratique (1).

Demandez, disait Fitz-Roy, à ceux qui attribuent les changements du temps à l'action de la lune quelles sont les phases les plus critiques d'une lunaison de quatre semaines. Ils vous répondront généralement : « Ce sont les quartiers, à 2 ou 3 jours près, avant ou après. » Or, un jour quelconque d'une lunaison sera nécessairement à 2 ou 3 jours près d'un des quartiers, soit avant, soit après. Par conséquent, les réponses de ce genre ne servent à rien.

Il faut d'ailleurs remarquer que les phases de la lune ont lieu à un moment précis, le même pour toute la terre. Si ces phases ont une influence sur le temps, cette influence doit s'exercer à la fois sur tout le globe, et l'expérience montre avec évidence que les manifestations de cette influence, si elle existe, sont, à tout le moins, fort différentes d'un endroit à l'autre.

La lune produit dans l'air, comme dans la mer, une marée atmosphérique. Les observations tropicales de pression barométrique ont permis de mettre en évidence cette marée atmosphérique, qui est minime, de l'ordre de 1 à 2 dixièmes de millimètres, avec une période de 12 à 14 heures. Ce n'est pas, en tout cas, ce phénomène qui peut servir à prédire le temps à longue échéance. La variation de pression due à la rotation de la lune autour de la terre, c'est-à-dire aux phases de la lune, n'est pas plus forte. Une variation aussi faible peut-elle avoir un effet sensible sur le temps? Aucune statistique ne l'a jamais démontré.

Antony Poinçaré a essayé aussi de chercher une relation entre les phénomènes météorologiques généraux et le mouvement de la lune en déclinaison, dont le maximum est de 28°45′. Il est probable que ce mouvement de la lune cause un déplacement général de l'atmosphère, qui peut se traduire par un changement dans la répartition des pressions, accompagné d'un changement dans la circulation générale. Nous aurons l'occasion de parler de ces modifications, sinon périodiques, mais parfois régulières, des centres de basse et de haute pression. Il n'a pas été possible cependant de prouver, d'une façon indiscutable, que le mouvement en déclinaison de la lune est en partie responsable de ces modifications.

Une opinion assez accréditée dans les milieux

(1) Sur la Règle du maréchal Bugeaud, voir la *Revue Scientifique* de 1884, Tome I, page 634. On trouvera dans cet article une lettre fort curieuse du maréchal au général Thierry, pour le blâmer de ne pas se conformer rigoureusement à sa règle Voir aussi la *Revue Scientifique* de 1917, page 338.

maritimes est que les changements de temps (par exemple les sautes de vent du Sud-Ouest au Nord-Ouest, qui, sur les côtes occidentales de la France, coïncident avec le passage du centre d'une dépression) se produisent de préférence aux heures de changement de la marée. L'influence de la lune, quoiqu'indirecte, serait alors manifeste. Les statistiques que j'ai faites n'ont en aucune façon vérifié le fait. Je n'ai pas non plus réussi à établir que les brises de terre et de mer sur les côtes du golfe de Gascogne ont quelque rapport avec la marée (1).

En somme, il est probable que la croyance populaire à l'influence de la lune n'a d'autre fondement que notre façon habituelle d'apprécier les durées. Quand les périodes de beau temps et de mauvais temps sont assez longues, atteignent quelques jours — ce qui est le cas général dans nos climats — nous avons tendance à les évaluer en semaines, et de là à les rapporter à l'influence d'un quartier de la lune, il n'y a qu'un pas facile à franchir. Il suffit d'attacher plus d'importance qu'il ne convient à quelques coïncidences curieuses. Si nous étions habitués à compter le temps par décades, il serait plus difficile de faire intervenir les quartiers de la lune.

Pour le moment, on continuera à croire à la lune, quoi qu'en disent les météorologistes, parce que les hommes préfèrent une explication fausse à pas d'explication du tout, et ils ne croiront plus à la lune lorsque les météorologistes apporteront une règle de prévision du temps à longue échéance qui vaudra mieux. On ne détruit pas les préjugés ni les superstitions, sans rien mettre à leur place.

2° *Taches solaires.* — Une opinion plus savante que la croyance populaire à la lune, et défendue parfois avec vigueur, est l'influence des taches du soleil.

On sait que la surface du soleil présente fréquemment des taches, constituées par une ombre centrale, une pénombre et autour de la pénombre une portion plus brillante que le reste de l'astre, la facule. Le nombre des taches, ainsi que leur surface totale, subit une variation périodique, dont la cause est mytérieuse. (2)

La période moyenne est de 11 ans et 1 mois. Elle n'est d'ailleurs pas rigoureuse et varie de 8 à 14 ans. La période d'augmentation des taches est de 4 ans 1/2, plus courte que celle de la diminution, qui est dé 6 ans 1/2. Au cours du cycle, l'abondance moyenne des taches varie dans la proportion de 1 à 20. Le dernier minimum a eu lieu en 1913, le dernier maximum, d'après B. Nicholson, en septembre 1917. Actuellement le nombre des taches doit diminuer jusque vers 1924.

Les taches solaires ont une influence très nette sur les éléments magnétiques : l'amplitude de l'oscillation diurne de l'aiguille aimantée, la fréquence des perturbations magnétiques manifestent des variations parallèles à celles du nombre des taches solaires. Il était donc naturel d'essayer de trouver une relation entre les taches et les phénomènes météorologiques. Les taches solaires doivent amener des variations dans la quantité de chaleur émise par le soleil. ur maximum de taches devant diminuer cette quantité. Ce n'est là qu'une hypothèse, que les observations actinométriques n'ont pas encore vérifiée, mais qui paraît avoir une base sérieuse. (1)

Puisque la chaleur solaire est l'agent moteur principal des phénomènes météorologiques, une variation, même légère, de cette quantité de chaleur suffit sans doute à modifier certains phénomènes : par exemple elle doit augmenter ou diminuer la quantité de pluie, la force des alizés ou des moussons, la fréquence des dépressions et des cyclones.

Il faut remarquer d'ailleurs qu'une augmentation de la chaleur du soleil n'amènera pas une hausse de température sur toute la surface de la terre à la fois. La zone tropicale sera d'abord plus fortement échauffée, par suite l'évaporation des mers tropicales augmentera. Mais si l'évaporation augmente, les pluies augmenteront aussi. Or, dans les régions tempérées, un été pluvieux est relativement froid. Donc si la chaleur du soleil augmente, la température sera supérieure à la moyenne dans la zone tropicale, et elle pourra être inférieure à la moyenne dans les régions tempérées. Des considérations de ce

(1) Voir les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences du 10 février 1919. Une série d'observations assez courtes, que j'ai faites à l'embouchure du Rio Nunez, en Guinée Française, m'avait cependant fortement impressionné dans ce sens. M. Bigourdan, auquel on doit des travaux devenus classiques sur la brise de terre et de mer à Joal (Sénégal) et M. Morize, qui a étudié la brise de terre et de mer à Rio-de-Janeiro, m'ont écrit qu'ils n'avaient observé aucune influence de la marée sur ces phénomènes.

(2) Certaines de ces taches sont considérables. En 1860, on en a observé une qui avait un diamètre de 54", soit 6 fois le rayon de la terre. (Voir les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, 1861, Tome 52, page 1331.)

(1) On peut lui objecter toutefois que les taches ne constituent pas le signe certain de la variation de la chaleur solaire : les facules, les protubérances, et d'autres phénomènes inconnus peuvent agir en sens inverse des taches et compenser leur influence.

genre ont amené Bigelow à diviser les différentes régions du globe en trois groupes : le groupe *direct,* où la température suit les variations de l'activité solaire, le groupe *indirect,* où la température a une marche inverse et le groupe *indifférent.*

Voyons dans quelle mesure les observations ont confirmé ces suppositions. D'après Köppen, la température suit bien une variation périodique à peu près parallèle à la variation des taches solaires, l'amplitude de cette variation étant à l'équateur de 0°7. Hildebrandsson a montré aussi que les années de minima des taches solaires présentent, dans la zone tropicale, des températures légèrement supérieures à la moyenne.

Meldrum et Lockyer ont cherché une relation entre les quantités de pluie et les taches, mais il n'est résulté de cette étude aucun renseignement précis. Toutefois il semble que les années de famine de l'Inde, dont la cause principale est la sécheresse, présentent une période de 11 ans, comme les taches du soleil.

On a dit aussi que les cyclones tropicaux sont plus fréquents et plus violents au moment du maximum des taches.

Le phénomène étudié jusqu'à ce jour, qui présente la corrélation la plus nette avec les taches, est le niveau de l'eau du lac Victoria Nyanza en Afrique.

L'intérêt pratique de ces études est pour le moment minime. Une relation indiscutable entre les taches et les phénomènes météorologiques existerait-elle, il ne faudrait pas d'ailleurs oublier que la périodicité des taches est elle-même irrégulière et qu'on ne peut, le plus souvent, annoncer le maximum ou le minimum qu'à deux ou trois ans près.

3° *Périodes diverses* (1). — On a aussi essayé de découvrir dans les phénomènes météorologiques des périodes diverses, basées sur les observations, sans penser *a priori* à une cause extra-terrestre. La littérature abonde encore sur cette partie de la question et toutes sortes de périodes ont été proposées. La plupart d'entre elles sont d'ailleurs invérifiables, car pour démontrer l'existence d'une période, il faut observer plusieurs maxima et plusieurs minima, et les observations météorologiques précises ne sont pas assez anciennes pour permettre de déceler l'existence d'une période un peu longue.

La plus connue des périodes météorologiques de cette sorte est la période de 35 ans environ, signalée par Bruckner. Elle est basée sur l'étude du niveau des lacs et des rivières et elle prétend indiquer la succession des périodes sèches et des périodes humides. Mais cette période de 35 ans est vérifiée d'une façon tellement irrégulière et les documents publiés à son sujet sont tellement contradictoires que je serais incapable de dire si nous sommes actuellement dans une période sèche ou dans une période humide. Les années humides ou sèches viennent-elles d'ailleurs par séries ? L'étude de 86 années d'observations de Montdidier m'a montré que quand une année a été anormalement chaude ou froide, on a 8 chances sur 10 pour que l'année qui vient présente une anomalie de même signe. Mais les exceptions à cette règle sont parfois très impressionnantes. M. Angot cite comme exemple remarquable de ces variations accidentelles les deux années consécutives 1910 et 1911 : l'été de la première a été un des plus froids et des plus humides que l'on ait observé à Paris, celui de la seconde a été au contraire le plus chaud et le plus sec que l'on connaisse.

Voici, d'après M. Angot, les hauteurs moyennes de pluie par période de 5 ans, pendant les 105 années 1806-1910 de l'observatoire de Paris, où les conditions sont restées les mêmes pendant toute la période.

1806-1810	464mm	1841-1845	515mm	1876-1880	540mm
1811-1815	492	1846-1850	547	1880-1885	478
1816-1820	509	1851-1855	514	1886-1890	470
1821-1825	502	1856-1860	543	1891-1895	467
1826-1830	526	1861-1865	462	1896-1900	504
1831-1835	472	1866-1870	525	1901-1905	539
1836-1840	548	1871-1875	540	1906-1910	558

Le maximum absolu a été observé en 1910 (724 mm.), le minimum en 1884 (341 mm.). Je ne vois pas bien comment la période de 35 ans peut s'appliquer à ces observations.

On a cru trouver confirmation de la loi de Brückner dans la variation de plusieurs éléments météorologiques et jusque dans le prix du blé, qui serait de 13 pour 100 plus élevé pendant les périodes humides que pendant les périodes sèches. Quelques enthousiastes sont allés jusqu'à prétendre que, si les spéculateurs s'appuyaient sur la loi de Brückner pour jouer à la hausse ou à la baisse, ils auraient plus de chance de faire fortune !

D'autres périodes ont été proposées. Elles sont moins connues que celles de Brückner, parce

(1) Dans un article récent intitulé *Les Statistiques et la Prévision du Temps* (*Revue générale des Sciences* du 30 juillet 1921) j'ai étudié les renseignements que pouvaient fournir les statistiques pour la prévision du temps à longue échéance. Je ne reviendrai pas sur cet aspect du problème.

qu'on leur a fait moins de réclame. Nous citerons simplement la période de 11 ans, signalée par Renou pour le retour des grands hivers en Europe, la période de 19 ans proposée pour l'Australie, de 4 ans 2/3 pour les pluies, de 3 ans 1/2 pour la pression barométrique.

II

Nous venons de montrer que, dans l'état actuel de la science, il est vain de chercher à établir une prévision à longue échéance sur des influences astrales ou sur des retours périodiques des mêmes caractères. Pourtant, lorsque l'on étudie la suite des phénomènes météorologiques dans les régions tempérées, on ne peut manquer d'être frappé du fait suivant : bien que le temps soit très variable d'un jour à l'autre, au point d'avoir été pris, dans maint dicton malicieux, comme un exemple d'inconstance, il arrive très fréquemment que des périodes assez longues présentent un caractère particulier : des mauvais temps se succèderont pendant des semaines, tandis qu'il fera beau pendant une suite d'autres semaines. Le bel automne dont nous avons joui dans le Nord de la France et en Bretagne en 1920, en offre un exemple récent.

Ces caractères généraux d'une saison, s'ils paraissent accidentels, n'en sont pas pour cela inexplicables. M. Teisserenc de Bort, qui a inauguré une série de recherches dans cet ordre d'idées, a montré que les variations saisonnières dépendent en partie des variations d'intensité et de position des aires de haute et de basse pression.

Les cartes de pression barométrique, résultant de la moyenne de plusieurs années, montrent qu'il existe à la surface du globe des maxima et des minima de pression qui ne sont pas répartis arbitrairement. Si les cartes de chaque jour ressemblaient aux cartes moyennes, nous aurions des isobares peu rapprochées, affectant une forme variable suivant les époques de l'année, mais à peu près fixe pour une même époque. Les vents seraient faibles, et le temps changerait peu d'un jour à l'autre. Mais ces moyennes ne sont que la somme de multiples accidents et ne donnent du temps qu'un aspect, pour ainsi dire, estompé, atténué, et souvent fort éloigné de la réalité quotidienne (1).

Il est vrai que les phénomènes de chaque jour s'écartent des moyennes, mais ils n'en diffèrent cependant pas tout à fait. Les centres de hautes et de basses pressions des cartes moyennes ne disparaissent pas des cartes journalières : on les retrouve presque toujours, avec des variations plus ou moins importantes, mais avec leurs caractères essentiels. Comme ils commandent la circulation des vents sur une assez grande étendue, qu'ils facilitent ou empêchent le passage des dépressions barométriques, que certains d'entre eux constituent des lieux d'éclosion pour les dépressions, ce sont eux qui jouent un rôle capital dans la circulation de l'atmosphère et c'est à juste titre que Teisserenc de Bort les a désignés sous le nom de *centres d'action*. Que ces centres d'action se comblent ou se creusent qu'ils se rapprochent ou s'éloignent, il en résultera des gradients barométriques plus ou moins forts, des tempêtes plus ou moins fréquentes, des vents de direction différente et les pays voisins en subiront dans leur climat le contre-coup.

Par exemple, l'Europe occidentale est sous l'influence de trois centres d'action principaux, le minimum d'Islande, le maximum des Açores, le maximum de Sibérie, ce dernier surtout marqué en hiver. Dès 1881, Teisserenc de Bort a montré que les différents types d'hiver dépendent de la prédominance d'un de ces centres d'action sur les deux autres. L'extension des basses pressions de l'Islande vers l'Angleterre et vers la France détermine un hiver doux dans le Nord-Ouest de l'Europe. Lorsque les hautes pressions de l'Asie s'étendent sur l'Europe et rejoignent le maximum des Açores, l'hiver en France est froid et sec. Lorsque le maximum des Açores est déplacé vers le Nord jusque sur l'Angleterre, tandis que le maximum sibérien conserve sa position, l'intervalle, ou, comme on dit, le *couloir*, entre ces maxima est parcouru par des dépressions, qui sèment de la neige sur leur parcours. L'hiver est froid et neigeux.

La Suède offre un exemple tout à fait caractéristique : située entre le maximum d'Islande et le maximum de Sibérie, suivant que l'un ou l'autre prédomine, la Suède a un hiver aussi doux que celui de l'Ecosse, ou aussi rigoureux que celui de la Russie.

En poursuivant ces recherches et en les éten-

(1) J'ai déjà eu l'occasion de signaler, en particulier dans la *Notice météorologique sur les côtes de France et d'Algérie*, que les centres de pression moyenne n'ont pas une signification physique très précise, dans les régions où la pression journalière s'écarte beaucoup de la pression moyenne. Il serait préférable de déterminer les *lieux d'élection* des hautes et des basses pressions, c'est-à-dire les endroits du globe où se tiennent de préférences les dépressions et les anticyclones. Certains de ces lieux d'élection coïncident sensiblement avec les centres de hautes et de basses pressions des cartes moyennes, mais d'autres en sont fort éloignés.

dant à des régions de plus en plus nombreuses, on n'a pas tardé à remarquer que les centres d'action sont en relation les uns avec les autres. La pression ne peut évidemment pas varier dans le même sens sur toute la surface de la Terre : cela correspondrait à un accroissement ou à une diminution de la masse totale de l'atmosphère. Il doit y avoir *compensation* entre les différents centres d'action.

A ce genre de recherches sont attachés surtout les noms d'Hildebrandson, qui leur a consacré des mémoires fort importants, de Mossman, de Walker. Nous résumons les principaux résultats trouvés jusqu'à ce jour.

En hiver, la marche des éléments météorologiques sur la partie de l'Océan située entre l'Islande et la Norvège est presque toujours d'accord avec celle qu'on observe sur tout le nord de l'Europe, entre le Cap Nord et Hambourg, mais elle est opposée à la marche des mêmes éléments dans la région subtropicale (Açores-Méditerranée).

Dans l'Amérique du Nord nous retrouvons la même opposition qu'en Europe entre le Nord et le Sud. En effet, dans la vaste région boréale limitée à l'ouest par la Californie et la Colombie britannique, à l'Est par le Groenland et Terre-Neuve, l'allure des courbes météorologiques est en général opposée à celle qu'on observe dans la région méridionale s'étendant du Mexique à l'ouest aux Bermudes, à l'Est, et de Toronto au Nord à Key-West au Sud.

Si l'on compare l'Europe à l'Amérique du Nord, on voit qu'il y a généralement accord entre l'allure des courbes dans la partie septentrionale de l'Europe et dans la partie méridionale de l'Amérique du Nord, et opposition entre les parties septentrionales des deux continents. Si par exemple l'hiver est froid au Nord de l'Europe, cette saison est généralement rigoureuse au Mexique, mais au contraire douce dans l'Europe du Sud et dans le Nord de l'Amérique (1).

En général, ces résultats restent les mêmes, qu'il s'agisse de la pression barométrique, de la température et de la pluie.

Bien d'autres compensations ont été signalées et quelques-unes sont fort curieuses : accord entre les Açores et la Sibérie, entre Thorshavn (Iles Feroë) et Zikawei (Chine), entre la quantité de pluie tombée au Chili et le niveau du Nil, entre la température des Orcades du sud et les pluies du Brésil, entre la température de l'Australie et la pluie à Cordoba (République Argentine), entre la vitesse du vent à Ste-Hélène et la pluie en Angleterre; opposition entre Tahiti et la Terre de Feu, entre Bombay et Cordoba, entre le Chili et la Nouvelle Guinée, entre l'Islande (65° N) et les Orcades du sud (61°S), entre la pluie à l'île Malden (Latitude 4°S); longitude 155° w) et la température à Punta Arenas (Détroit de Magellan).

Ces compensations simultanées sont par elles-mêmes fort instructives. Mais elles ne sont pas les seules : il existe aussi des compensations successives. Une perturbation, survenue en un point quelconque, non seulement se fait sentir à des distances considérables, mais parfois l'ébranlement de l'atmosphère ne se transmet que lentement, au bout de plusieurs mois et même parfois après une année et même davantage. La cause d'un phénomène qui se produit en un endroit donné, il faut souvent la chercher dans un autre phénomène, qui a eu lieu précédemment à un endroit éloigné, peut-être situé dans l'autre hémisphère (1).

Par exemple, il y a concordance entre la quantité d'eau tombée à Thorshavn (Iles Fer-Oë) de janvier à mars et celle qui tombe à Berlin d'avril à septembre suivant. La quantité d'eau tombée d'octobre à mars en Sibérie est, à peu d'exception près, inverse de la quantité d'eau qui va tomber dans l'Inde pendant la saison des pluies suivantes. La pluie d'octobre à mars à Buenos-Aires est inverse de la pluie qui est tombée à la Trinité (Antilles) du mois d'avril au mois de septembre précédent.

En prenant la précipitation à Java d'octobre à mars comme terme de comparaison, on voit qu'elle est inverse de la Pression barométrique observée au Cap de Bonne-Espérance d'octobre à mars de l'année précédente, à l'Ile Maurice en avril-septembre immédiatement précédents, dans le sud de l'Australie à la même époque qu'à Java, à Bombay en avril-septembre suivant immédiatement, à Cordola et à Santiago du Chili en avril-septembre de l'année suivante.

Du cap de Bonne-Espérance, on pourrait donc

(1) Ce balancement des saisons entre l'Europe et l'Amérique a été signalé dès 1840 par Kaemtz et par Dove.

(1) Kaemtz, en 1840, a eu l'intuition de ces lois générales : « les phénomènes anormaux en Europe ne sont pas isolés, mais se propagent sur toute la périphérie du globe ». Les pages 322 et suivantes de son cours de météorologie (traduction française 1843) sont très suggestives à cet égard.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer quelques comptes-rendus assez curieux de l'Académie des Sciences au sujet de l'influence du sirocco observé en Algérie sur la pluie qui tombe ensuite dans la vallée du Rhin. (Voir en particulier le compte-rendu du 27 septembre 1852).

prédire avec une assez grande probabilité la pluie à Java un an d'avance. La méthode a été essayée pour les pluies australiennes. On a essayé de prédire aussi, par des procédés analogues, l'importance des récoltes, par exemple de la récolte de riz au Japon, de blé en Russie.

Voici quelques autres compensations signalées par M. Mossman :

La pluie en Ecosse, de janvier à mars, est opposée à la température de Ste-Hélène de mai à août suivant. La température de Ste-Hélène, de janvier à avril, est inverse de la pression barométrique à Punta-Arenas, de mai à août suivant.

Tout récemment, M. Hessling, du Bureau météorologique argentin, a montré que la température aux Orcades du sud pendant l'hiver est en relation avec la quantité de pluie qui tombe en République Argentine quelque temps après. Il existe en particulier une corrélation très nette entre la pluie d'été à Buenos-Aires et la température des Orcades en hiver, trois ans et demi auparavant : un hiver très froid aux Orcades est suivi par une sécheresse en République Argentine trois ans et demi après, tandis qu'un hiver doux est suivi de pluies abondantes après le même intervalle

Le Dr Walker a donné, pour prédire le mousson de l'Inde, une formule dont la précision est un peu surprenante. L'équation se rapporte aux écarts de la moyenne, et les observations sont faites en mesures anglaises :

Pluie de la mousson = 0,35 Pression barométrique dans l'Amérique du Sud d'avril et mai; — 0,6 Pluie à Zanzibar et aux Seychelles en mai; + 0,1 Neige sur l'Himalaya en mai; + 0,55 Pression Barométrique de l'Inde de l'année précédente; + 0,5 Pluie de la mousson de l'année précédente.

On peut expliquer plusieurs des relations successives qui existent entre les éléments météorologiques des diverses régions du globe par la considération de la circulation océanique. Un exemple simple, emprunté à l'Atlantique Nord, permettra de se rendre compte de la nature de ces explications.

Supposons que l'alizé du N.-E. soit plus fort que d'ordinaire pendant une période assez longue. Ces vents forts pousseront vers l'équateur les couches superficielles de l'eau de mer, qui seront remplacées à la surface par des eaux plus profondes, et par suite plus froides. Il en résultera, sur une étendue assez grande de l'Océan, une température de l'eau de mer inférieure à la moyenne. Ces eaux froides vont être entraînées dans la circulation générale, 4 à 6 mois après elles passeront par le golfe du Mexique, et 8 ou 10 mois plus tard pourront arriver au voisinage de l'Europe. Si l'écart à la moyenne est très important, les eaux froides pourront compléter le circuit et apparaître de nouveau 15 mois plus tard dans le golfe de Mexique. Sur tout leur parcours, ces eaux relativement froides tendent à modifier la distribution des pressions barométriques, le régime des vents et par suite des climats.

Evidemment, la réalité est plus complexe, des causes inverses peuvent intervenir pour supprimer les premiers écarts à la moyenne, et une masse océanique ne voyage pas sans changer de caractère.

M. Hildebrandsson pense qu'une des causes principales des variations des saisons est l'état des glaces des mers polaires. Un été chaud détermine dans ces mers une débâcle abondante de glaces, qui seront transportées plus ou moins rapidement vers les latitudes tempérées par les courants marins. Une mer couverte de glace refroidit la température de l'air et favorise l'installation de hautes pressions. Une extension plus ou moins grande des glaces polaires équivant, au point de vue météorologique, à un changement dans la distribution des terres et des mers, les mers glacées se comportant comme des terres (1).

Qu'il s'agisse de la débâcle des mers glacées situées au nord de l'Islande ou du Groenland, ou de la débâcle des mers voisines du continent antarctique, l'influence des conditions météorologiques qui ont eu lieu dans les régions polaires a donc une influence directe sur le temps de nos régions tempérées. Et ceci vient apporter un argument nouveau à l'utilité des expéditions polaires, qu'il me soit permis de le dire en passant.

L'aperçu rapide que je viens de donner des résultats obtenus dans la voie tracée par Teisse-

(1) J'ai signalé cette influence de la dérive des glaces polaires dans un article publié dans cette revue même le 2 août 1913 (L'amiral Peary au Pôle Nord).

Dans un ouvrage récent (Temperature variation in the North Atlantic Ocean and in the atmosphere, 1920) MM. Helland Hansen et Nansen signalent que la dérive des glaces n'a qu'une influence extrêmement faible sur le refroidissement des eaux de l'Océan. Mais des glaces compactes ont une influence directe sur la température de l'air et sur la répartition des pressions, même si la température de l'eau de mer n'est pas sensiblement modifiée. Les observations que nous avons faites pendant l'hivernage de l'Expédition Charcot à l'île Petermann (65°10', 64° w) ont montré que les caractères du climat étaient beaucoup plus continentaux quand la banquise s'étendait à perte de vue autour de l'île. (Observations météorologiques de la Deuxième Expédition Antarctique Française, page 174).

renc de Bort et Hildebrandsson permet d'entrevoir la possibilité de faire un jour des prévisions du temps à longue échéance sur une base rationnelle. Nous n'en sommes pas arrivés là encore, pour la simple raison que, dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible d'étudier dans tous leurs détails les compensations des différentes saisons à la surface de la terre. Si, comme le disait déjà Kaemtz en 1840, « nul phénomène n'est isolé, il est toujours lié à ceux de l'atmosphère toute entière », ce ne sont pas simplement les observations météorologiques faites autour de nous qui nous donneront la clef des phénomènes qui nous intéressent. Il faut donc observer partout, sur les mers comme sur les continents, au pôle aussi bien qu'à l'équateur; il faut tracer des cartes synoptiques, non pas simplement d'une petite région, mais de la surface entière de la terre (1).

Or, de notre atmosphère terrestre, nous ne connaissons que bien peu de choses.

Il y a, dans le célèbre atlas météorologique de Bartolomew, une carte bien instructive : c'est celle du frontispice, qui montre la répartition des stations météorologiques dans le monde. A part l'Europe, les Etats-Unis, l'Inde, quelques côtes de l'Australie, du Cap, et de l'Amérique du Sud, quelques stations éparses, la carte est blanche. Beaucoup plus de la moitié du globe est sans observations météorologiques suivies (2).

J'ai eu l'occasion de dresser, pour une des dernières réunions du comité météorologique international, la carte de la répartition des observations météorologiques faites depuis une cinquantaine d'années par les navires français. Les régions où il n'y a pas plus de 100 observations par carré de 10 degrés de latitude et de longitude, sont très nombreuses. Beaucoup de carrés n'ont même pas 10 observations. Quelques-uns, sans parler des hautes latitudes, n'en ont pas une (3).

Ces lacunes, si importantes, dans nos connaissances nous empêchent évidemment de résoudre bien des problèmes. Où en serait la médecine, si elle ne connaissait qu'une ou deux parties du corps humain, et à peu près rien du reste? Avant d'essayer de bâtir des théories, il faut leur donner un fondement, qui ne peut être que l'observation. Une science, qui n'a pas un siècle d'existence, qui ne connait encore, d'une façon un peu précise, qu'une partie infime du domaine qui lui est réservé, ne peut pas apporter de réponse à tout. L'homme d'ailleurs n'est pas tout puissant pour hâter l'évolution de cette science : il ne peut pas multiplier les expériences à son gré, il faut qu'il attende que les années passent et que chacune amène avec elle ses événements météorologiques.

Si nous jetons un regard en arrière, nous n'avons pas lieu d'être mécontents du chemin parcouru et nous pouvons raisonnablement espérer résoudre un jour d'une façon plus complète le problème difficile de la prévision du temps.

J. Rouch,
Capitaine de Corvette,
Ancien Chef du Service météorologique
des Armées et de la Marine.

(1) Dès 1863, Marié-Davy émettait une idée analogue (Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Tome 57, page 640).

(2) Cette carte se trouve reproduite dans le Traité de Géographie physique de de Martonne, page 103.

(3) Cette carte a été publiée dans les Annales Hydrographiques de 1920.

REVUE INDUSTRIELLE

RECHERCHES RÉCENTES SUR L'OXYDE DE CARBONE

S'il est vrai qu'on peut évaluer l'importance théorique ou pratique d'une question d'après l'abondance des travaux et la fréquence des discussions qu'elle provoque, celle qui nous arrête aujourd'hui mérite, à coup sûr, qu'on lui réserve l'un des premiers rangs. Une fois encore l'oxyde de carbone, son dosage, ses dangers ont été l'objet d'importantes recherches.

L'intérêt hygiénique qui, pour être le plus notable, n'est pas le seul dans cette question, réside dans ce fait que l'oxyde de carbone répandu dans l'air à la teneur d'un dix-millième (1/10.000) provoque déjà des troubles légers et qu'il devient très nuisible à la teneur de six dix-millièmes (6/10.000). Aussi est-il peu d'entre nous qui ne doivent à l'heure actuelle se préoccuper de ses dangers : il est intéressant, en ces jours de pénurie de combustibles, de développer dans de larges limites, tant dans les foyers domestiques que dans les foyers industriels, la consommation du gaz de houille. La crainte de nos contemporains des accidents dûs à l'oxyde de carbone, pourrait entraver un développement normal de l'industrie gazière.

D'autre part, dans de nombreuses installations industrielles où des quantités énormes de charbon ou de coke sont gazéifiées, il n'est pas indifférent de déceler l'oxyde de carbone au voisinage des appareils à fort rendement en gaz (gazogènes, hauts-fourneaux par exemple). Là, comme dans les ateliers voisins de conduites de gaz, à cause des fuites, les proportions de l'oxyde de carbone, sans être massives, pourraient cependant, à la longue et en cas de ventilation insuffisante, être nuisibles à la santé des ouvriers. Il en sera de même dans bien d'autres cas de la pratique industrielle.

Il n'est donc pas nécessaire d'insister sur cet aspect bien connu de la question qui cependant ne doit pas masquer une autre utilité des études sur l'oxyde de carbone et sur ses méthodes précises d'analyse.

On s'attache aujourd'hui, à juste titre, à l'économie des combustibles. Le contrôle rationnel des chaufferies conduit dès lors à examiner la teneur des produits de combustion gazeux en constituants combustibles. On imaginera l'importance du dosage précis de l'oxyde de carbone en rappelant que le kilogramme de charbon brûlé entièrement en anhydride carbonique dégage environ 8.000 calories alors qu'il n'en fournit même pas 2.500 quand sa combustion incomplète ne donne que de l'oxyde de carbone.

L'industrie de l'automobile elle-même aura intérêt à constater que les gaz brûlés d'échappement des moteurs à essence contiennent des teneurs importantes en oxyde de carbone. Cela montrera que le dernier mot n'est pas dit sur les améliorations du rendement thermique des moteurs à explosion.

Ces quelques exemples suffisent donc pour que nous soyons reconnaissants de leurs efforts à tous les chimistes qui, dans ces dernières années, ont fourni des contributions intéressantes au choix des méthodes d'analyse les plus sensibles et les plus sûres de l'oxyde de carbone dilué. Si, en général, ils ont été conduits par leurs fonctions à se préoccuper surtout du point de vue de l'hygiéniste, il faut reconnaître qu'ils ont créé des méthodes toutes prêtes pour l'industrie. De plus, des études de guerre, en relation avec celles sur la fabrication des gaz asphyxiants et sur la protection contre ces gaz, auront laissé dans ce domaine des résultats utilisables dans le travail pacifique.

Toutes les méthodes d'analyse récemment examinées peuvent alors se classer en trois groupes. Dans le premier, on cherche à faire absorber le gaz par un corps convenable (charbon, oxydes métalliques, sang défibriné). Dans le second, on catalyse par la mousse de platine l'oxydation de l'oxyde de carbone par l'air et on décèle ou dose le gaz carbonique obtenu. Enfin, dans le troisième groupe, on examine au point de vue de leur efficacité les divers oxydants de l'oxyde de carbone.

Il n'entre pas dans le cadre de cette revue sommaire de discuter toutes ces études qu'on pourra retrouver dans les publications originales (1).

Nous n'en indiquerons que les résultats les plus certains en disant que la méthode au sang défibriné se présente actuellement comme le seul procédé qui puisse permettre d'affirmer avec certitude la présence d'oxyde de carbone à une teneur de l'ordre de quelques dix-millièmes. M. Kohn-Abrest, en sa qualité de directeur du Laboratoire de Toxicologie, a fréquemment à analyser des atmosphères suspectes. Il fait des prélèvements de quelques litres d'air, se débarrasse de l'oxygène en l'absorbant par l'hydrosulfite de soude qui ne saurait introduire d'oxyde de carbone puis fait barbotter l'azote suspect dans le sang défibriné. Celui-ci fixe l'oxyde de carbone à l'état de carboxyhémoglobine. Le sang carboxylé, examiné au spectroscope, laisse apparaître deux bandes d'absorption très caractéristiques qui ne disparaissent pas par addition de sulfydrate d'ammoniaque. Cette méthode qualitative très rapide et très sensible peut être transformée en une méthode quantitative par ceux qui ont l'habitude de l'aspect des bandes d'absorption. Elle pourrait donner une précision d'environ 10 %.

Nous dirons aussi que, parallèlement à cette méthode du premier groupe, on peut encore utiliser un procédé quantitatif par oxydation. Parmi toutes les oxydations possibles on a choisi comme étant la plus sûre celle par l'acide iodique additionné d'acide sulfurique concentré. Après avoir fixé le gaz carbonique primitivement contenu dans l'air étudié par barbottage dans cet excellent absorbant qu'est la solution de baryte, on fait passer l'air sur l'oxydant légèrement chauffé vers 40°. Le gaz carbonique est ensuite retenu par un nouveau laveur à baryte. On peut alors, avec quelque habitude et sans préjudice d'un dosage toujours possible, évaluer à la fois la teneur en gaz carbonique et en oxyde de carbone de l'atmosphère étudiée d'après la vitesse de circulation dans l'appareil et les époques d'apparition des précipités de carbonate dans les laveurs.

Nous signalerons enfin qu'on a cherché à construire des appareils avertisseurs des atmosphères carboxylées dangereuses (Toximètres). On sait l'importance générale de tels appareils dans la pratique industrielle. Cependant on n'a encore rien construit de meilleur qu'un toximètre constitué par un thermomètre différentiel dont l'une des boules entourée de mousse de platine s'échauffe au contact d'un air chargé d'oxyde de carbone, par suite de l'oxydation catalysée de celui-ci. Malheureusement cet appareil est peu sensible. Le déplacement avertisseur de la colonne thermométrique est sujet à des anomalies dues surtout à l'état hygrométrique de l'air, et l'étalonnage de l'appareil n'est pas fidèle.

Il serait donc souhaitable qu'on parvienne à nous doter d'un appareil avertisseur de la présence de l'oxyde de carbone. Il devrait être sensible et pouvoir émettre des signaux sonores. Un tel appareil de sûreté serait susceptible de nombreuses applications industrielles et s'il était simple et peu coûteux il trouverait sa place dans toutes les maisons quand on aura généralisé l'addition de gaz à l'eau dans le gaz de ville. Les fuites seront alors, en effet, beaucoup plus à craindre surtout si on ne donne pas au gaz une odeur très désagréable.

Les procédés de dosage auxquels nous venons de faire allusion ont été perfectionnés pour être appliqués immédiatement à quelques études expérimentales dont nous donnerons les résultats généraux.

Nous avons déjà fait allusion à celles de ces recherches qui ont prouvé l'existence, dans les gaz d'échappement des moteurs à essence, de teneurs très variables mais fréquemment très fortes en oxyde de carbone. On a pu attribuer à ces dégagements des malaises ressentis par les voyageurs dans certaines voitures automobiles de transport en commun. Même on a pu prétendre que l'atmosphère de certains tronçons de route en tranchée, à trafic automobile intense pouvait, par temps calme, être dangereuse. Il serait intéressant de connaître des dosages analogues pour certaines de nos rues parisiennes !

Nous pensons rencontrer le danger de l'oxyde de carbone à chaque heure du jour dans des locaux mal ventilés : il n'en est rien. Cependant si l'air d'une pièce de grandeur moyenne possédant une cheminée se renouvelle pratiquement en trois quarts d'heure environ quand la plaque de cette cheminée est levée ; en trois heures quand cette plaque est fermée, il n'en reste pas moins qu'il est utile de savoir si les brûleurs à gaz (becs d'éclairage, fourneaux de cuisine, radia-

(1) Degrez, Guillemard, Hemmerdinger et Labat : *Chimie et Industrie*, VI (1921), p. 118.
Kling et Florentin (C. R. [169] (1919) p. 1404).
Kohn-Abrest : *Technique sanitaire et municipale*, avril 1921, p. 88.

teurs) sont des producteurs importants, donc dangereux, d'oxyde de carbone.

C'est là une question qui a été étudiée expérimentalement et discutée âprement pendant ces derniers mois. M. Kling, le savant chimiste, directeur du Laboratoire municipal de Paris, d'accord avec M. Kohn-Abrest, arrive à la conclusion que les becs de gaz droits ne produisent que des quantités d'oxyde de carbone qui doivent être considérées comme négligeables dans les conditions de la pratique. Seuls certains becs renversés lui paraissent suspects. Sans être des générateurs susceptibles de provoquer des accidents graves, ils fournissent cependant trop d'oxyde de carbone et les constructeurs devraient se préoccuper d'en améliorer le fonctionnement.

D'une façon plus générale, ces auteurs pensent que les brûleurs à gaz où la flamme est refroidie, où l'afflux de l'air secondaire est gêné, sont des producteurs d'oxyde de carbone. Certains radiateurs dans lesquels les inventeurs s'ingénient à refroidir la flamme sur des masses réfractaires à grande capacité calorifique sont particulièrement dangereux. On ne saurait donc trop recommander, à l'exemple de la Compagnie du Gaz de Paris, de munir les appareils d'un échappement des gaz brûlés dans une cheminée.

Le danger de l'oxyde de carbone est donc plus apparent que réel puisque, dans les cas les plus graves, de simples protections de ventilation suffisent pour l'écarter. Mais il est bon que ces résultats soient connus de tous car ils permettront la vulgarisation de cette méthode de chauffage au gaz qui, si commode, si pratique et si économique, s'impose, surtout dans les villes, comme une des solutions les meilleures de l'utilisation rationnelle des combustibles.

R. Girard,
Agrégé de l'Université.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

L'Histoire de la Nomographie (1). — L'apparition du *Traité de Nomographie* (2e édition) de M. Maurice d'Ocagne et celle, plus récente, du *Traité des Abaques* de M. R. Soreau — le document le plus considérable et le plus complet publié sur la matière — fournissent à M. *Ch. Lallemand* l'occasion de présenter à l'Académie un aperçu des progrès énormes réalisés, en un peu plus d'un siècle, par la Science de la traduction graphique des relations à plusieurs variables — Science doublement française, et par ses origines datant de la fin du XVIIIe siècle, où Pouchet traçait des hyperboles d'égale cote sur une table de Pythagore, et par les magnifiques développements qu'elle a pris à la suite des travaux de savants, français pour la plupart.

Jusqu'en 1884, à de rares exceptions près, les abaques sont constitués par un canevas de verticales et d'horizontales, à travers lequel passe un faisceau de courbes cotées.

Ce mode de représentation, qui rappelle celui d'une surface topographique par ses courbes de niveau, est applicable à toute relation entre trois variables, si compliquée soit-elle. Dès 1843, en remplaçant, sous la désignation de « coordonnées graduées », les variables primitives par des fonctions auxiliaires de celles-ci, convenablement choisies, Lalanne avait, pour quelques équations d'un type simple, réussi à transformer également en un groupe de lignes droites les courbes du troisième faisceau. Cette transformation, que Lalanne appelle une « anamorphose géométrique », a été, 40 ans plus tard, généralisée par un savant belge, Massau, pour le cas de trois faisceaux de droites quelconques.

En 1884, faisant à son tour une très heureuse application des théories de Chasles sur les figures corrélatives et sur l'homographie, M. d'Ocagne transforme en abaques à « points alignés », c'est-à-dire à trois échelles rectilignes et à « coordonnées parallèles », les abaques à entrecroisements et à trois faisceaux de droites ; il donne, en outre, à l'ensemble, une disposition favorable à la précision. Mais, pas plus les uns que les autres, ces abaques ne traduisent encore des formules à plus de trois variables.

En 1883, préoccupé de simplifier les calculs de nivellement général de la France, M. Ch. Lallemand, par l'emploi combiné de deux règles très simples, dites de « l'addition » et de la « multiplication graphique », réussit à créer, sous le nom *d'Abaques hexagonaux*, la première méthode générale de représentation graphique d'une équation à un nombre quelconque de variables, celles-ci satisfaisant à la condition de pouvoir être, directement ou après anamorphose, séparées, par groupes de deux au plus, dans des fonctions combinées elles-mêmes en une somme de produits.

Chacune des fonctions est représentée par une échelle linéaire, binaire, ternaire ou quaternaire, selon qu'elle contient 1, 2, 3 ou 4 variables. Ces échelles sont elles-mêmes orientées parallèlement aux trois diamètres d'un hexagone régulier, d'où le nom d'abaque hexagonal donné au système.

Pour le consulter, on emploie un « indicateur » hexagonal, mobile et transparent, dont les trois diamètres gravés, servant *d'index*, sont disposés normalement aux échelles de l'abaque. L'indicateur restant ainsi orienté, on le fait glisser de manière à amener successivement toutes les données du problème sous les index correspondants. Le résultat se lit sur la dernière échelle, à sa rencontre avec l'index qui lui est perpendiculaire.

Postérieurement à la création des abaques hexagonaux, M. d'Ocagne, par l'emploi, séparé ou combiné, des deux artifices suivants, a pu étendre, à des formules à plus de trois variables, l'application de sa méthode des points alignés.

Le premier de ces artifices, exposé en 1891, consiste à substituer à une échelle de points cotés un réseau de points à deux cotes, formé par deux faisceaux de courbes à travers lesquelles passe la droite d'alignement.

Le second artifice consiste à décomposer l'équation proposée en un système d'équations à trois variables

(1) Extrait des comptes rendus de l'Académie des Sciences (Séance du 9 janvier 1922, p. 82).

dont les abaques puissent s'accoler deux à deux, comme dans certains abaques hexagonaux.

M. R. Soreau, de son côté, en combinant deux échelles binaires, a imaginé les points à trois cotes, dont son livre donne le premier exemple. Il a, d'autre part, montré que des équations à quatre variables peuvent, dans certains cas, jouer un rôle analogue à celui des équations composantes, à trois variables, et que, en diminuant le nombre des « lignes de pivot », l'emploi d'abaques composants à double alignement parallèle simplifie heureusement la construction de l'ensemble.

M. Soreau a encore imaginé, pour certaines équations, un autre type, très ingénieux, d'abaques avec graduations placées deux à deux sur des circonférences concentriques, qui servent en outre de lignes de pivots, ces derniers restant toujours ainsi, forcément, dans les limites de l'épure.

Abordant après Lalanne, Massau, Lecornu et Gronwall, le problème fondamental de l'anamorphose, M. Soreau a formulé à cet égard une très importante proposition. Outre une discussion très pénétrante du critérium de Gronwall sur l'anamorphose algébrique de certaines équations, on lui doit encore, avec la lumineuse notion de *l'ordre nomographique réel* d'une équation, un beau théorème, sur le lien étroit qui existe entre cet ordre et la représentation graphique de l'équation elle-même.

Ce bref exposé suffit à montrer le rôle important que joue désormais la Nomographie parmi les Sciences appliquées et justifie amplement la nécessité de son introduction dans l'enseignement technique. S. R

Physique

La séparation des isotopes du mercure. — Depuis l'époque où l'étude des substances radioactives a suggéré à Soddy l'hypothèse des isotopes, nombreuses ont été les tentatives de séparation de tels éléments; elles se sont développées encore, lorsque Sir J.-J. Thomson et F.-W. Aston sont parvenus, à l'aide de l'analyse par rayons positifs, à confirmer la théorie et à l'étendre au domaine entier des espèces chimiques.

Les isotopes d'un même groupe se différencient par leurs poids atomiques et, dans le cas où ils sont radioactifs, par leurs rayonnements. A part ces caractères, leurs propriétés physiques et chimiques sont pratiquement identiques, ce qui explique l'échec des procédés habituels de séparation.

MM. Bronsted et Hevesy, au laboratoire physico-chimique de l'Institut Polytechnique de Copenhague, font usage de méthodes où interviennent les poids moléculaires (1). Si l'on considère, en équilibre avec sa vapeur, un liquide contenant deux isotopes en proportions égales, la tension de vapeur des deux isotopes est la même, et la phase vapeur a la même composition que la phase liquide ; mais il en est autrement de l'échange entre les phases, dont l'intensité varie en raison inverse de la racine carrée des masses moléculaires. Dans les conditions ordinaires, le phénomène reste inaperçu, car une évaporation plus rapide est exactement compensée par une recondensation aussi plus rapide ; pour le mettre en évidence, il suffit de supprimer un des deux processus compensateurs. D'où une méthode, que MM. Bronsted et Hevesy qualifient de « distillation idéale ». On fait évaporer le liquide dans le vide et on condense à basse température : le distillat s'enrichit en isotope léger. Une très faible pression est nécessaire, afin que les molécules, ayant quitté le liquide, n'y soient pas rejetées par suite de collisions avec d'autres molécules.

Les observations ont porté sur le mercure (P. A. 200,6) dont le spectre de masse, d'après Aston, consiste en deux raies à 202 et 204, avec une bande entre 197 et 200 ; les auteurs le regardent, pour simplifier, comme composé de deux constituants principaux en proportions égales. Le mercure, placé au fond de l'espace vide d'un vase Dewar, distille et vient se solidifier contre la paroi supérieure, refroidie par de l'air liquide. Les opérations, répétées un grand nombre de fois, permettant d'obtenir, entre les fractions extrêmes, des écarts de densité d'environ 0,5 %

Un résultat du même ordre, pour la vapeur de mercure, est également atteint, par une méthode d'effusion fractionnée à travers des ouvertures étroites. Si les conditions se rapprochent de celles d'un flux moléculaire, l'isotope léger, dont la vitesse moléculaire est la plus grande, passe en plus forte proportion que l'isotope lourd. On recueille dans une chambre de condensation.

Les conclusions de MM. Bronsted et Hevesy indiquent bien un commencement de séparation ; il est à peine besoin de dire qu'il s'agit là d'expériences laborieuses et délicates. S. Veil,
Docteur ès-Sciences.

(1) Philosophical magazine, 1922. 43, p. 31.

Chimie

Giacomo Ciamician (1857-1922). — Une dépêche laconique, ne laissant plus d'espoir, rassemblait, le dernier jour de l'an qui vient de finir, au chevet de M. Giacomo Ciamician tous ses disciples et ses amis. Ils étaient accourus des différentes villes d'Italie, le cœur serré d'angoisse, se refusant à croire à l'inexorable arrêt, mais ce n'était que trop vrai : le grand et cher malade ne reconnut plus personne. Après une navrante agonie qui se prolongea durant trois jours, il s'éteignit le soir du 2 janvier.

La Chimie générale, et organique en particulier, perd en M. Ciamician un de ses représentants les plus distingués, l'Italie un de ses plus illustres savants, de ses meilleurs citoyens.

Il était né à Trieste, le 25 août 1857, d'une famille d'origine arménienne. Il fit ses études, d'abord en sa ville natale, ensuite à Vienne où, après s'être adonné, au début, aux sciences naturelles (de là datent ses premières recherches sur la spectroscopie), il devint élève de Barth et de Weidel et s'orienta définitivement vers la Chimie, l'une des sciences qui étaient alors le plus entourées d'ombre et de mystère mais où il entrevoyait une source féconde en exquises satisfactions intellectuelles. Il prit son doctorat à l'Université de Giessen et de suite il vint à Rome où l'attirait la renommée mondiale d'un autre grand chimiste italien : Stanislao Cannizzaro.

A Rome il reprit ses recherches sur le pyrrol, qu'il avait commencées à Vienne, et obtint bientôt des résultats si brillants que, tout jeune qu'il était, il fut nommé au concours professeur de Chimie Générale à l'Université de Catania. Il n'y alla cependant pas, ne voulant point interrompre des travaux qui l'intéresaient au plus haut degré et qui devaient si puissamment contribuer à sa renommée naissante.

Il avait à peine trente ans lorsque, à la suite d'un second concours, il occupa la chaire de Chimie Générale à l'Université de Padoue : peu de temps après, il reçut le prix du Roi à *l'Academia dei Lincei*. En

1889, il fut appelé, par les votes unanimes de la Faculté des Sciences de Bologne, à la chaire de Chimie Générale inorganique et à celle de Chimie organique et biologique de cette Université. Là, il travailla et enseigna presque jusqu'à la veille de sa mort.

Intelligence supérieure, esprit observateur très profond s'appuyant sur une raison claire et logique — très modeste, en outre ; d'une pureté et d'une noblesse d'âme exceptionnelles et se révélant dans ses manières pleines de bonté et de bonhomie, M. Ciamician exerçait autour de lui un charme séduisant ; il inspirait l'admiration et le dévouement les plus absolus. Aussi, ses nombreux disciples, dont douze comptent actuellement parmi les plus distingués professeurs d'Universités et d'Ecoles Supérieures, gardaient-ils pour lui un attachement filial.

Dans ce laboratoire de l'Université de Bologne, dont chacun de nous — ses disciples — garde au fond du cœur un souvenir ineffaçable, l'harmonie la plus complète n'a jamais cessé de régner entre Professeur et élèves. On travaillait avec ardeur, avec enthousiasme sous une direction sévère et paternelle à la fois : on ne pouvait s'empêcher d'admirer l'étendue de ses connaissances, la génialité et la profondeur de ses idées, la constance dont il donnait la preuve en son inlassable poursuite de la vérité et du progrès : il était pour nous un modèle inimitable.

Comme un véritable père spirituel il s'intéressait aux recherches de ses élèves, les entraînant par son enthousiasme lors des heureux résultats, et les consolant par ses conseils affectueux aux heures grises de la déception et du doute.

Il savait par excellence surexciter les énergies, réveiller les volontés assoupies : sa présence seule suffisait pour galvaniser les forces de ceux qui travaillaient et lorsque la recherche touchait à son but et que les résultats apparaissaient dans leur évidence, il s'effaçait modestement pour laisser tout le mérite à son élève.

Il exerçait, pour ainsi dire, une fonction analogue à celle des catalyseurs en chimie, dont la présence est plus que nécessaire, indispensable dans certaines réactions, mais dont le processus d'intervention est encore inexpliqué.

Il avait la passion de l'enseignement et ses leçons, dont l'intérêt était accru par une démonstration expérimentale très précise, étaient constamment le reflet fidèle de l'état actuel de la science ; lecteur prodigieux, assimilant avec une étonnante rapidité, il se tenait sans cesse au courant des travaux les plus importants qui paraissaient en tous pays et en toutes langues.

Rien ne lui semblait aussi regrettable que d'être obligé de se faire remplacer par ses assistants dans son enseignement : il ne s'y résignait que par nécessité. Sa force d'âme se révéla plus d'une fois : il n'en fallait pas moins, certes, ces dernières années, pour imposer à une santé déjà si affaiblie une tâche quotidienne qui semblait presque surhumaine. Car il n'avait jamais joui d'une santé bien solide, et depuis quelque temps ses forces physiques déclinaient visiblement. Seule, sa vigueur d'esprit demeurait étonnamment jeune et pleine d'activité ; mais il pressentait sa fin prématurée.

La Science Chimique moderne, que l'Italie vit surgir avec la personnalité puissante de Stanislas Cannizaro, eut dans M. Ciamician un de ses adeptes les plus passionnés.

La doctrine vaste et solide, vivifiée par le génie du jeune élève ne tarda pas à signaler M. Giacomo Ciamician comme l'un des plus grands chimistes, non seulement d'Italie, mais du monde entier.

Jamais, il ne chercha les honneurs : il obtint les plus hautes distinctions : Sénateur du royaume d'Italie depuis 1910, membre associé de la Reale Accademicia dei Lincei et de toutes les Académies et Sociétés Scientifiques d'Italie et de l'Etranger, docteur *honoris causa* de l'Université de Glascow, décoré des Ordres les plus honorifiques (y compris celui de la Légion d'honneur), il fut élu, en 1920, à la presque unanimité, membre étranger de l'Académie des Sciences de France, en remplacement de Sir William Ramsay. Tout récemment, de hautes personnalités de la Science — en réalisant ainsi le vœu du grand Moissan, lié à M. Ciamician par l'admiration et l'amitié les plus sincères — avaient proposé son nom pour le prix Nobel. Certes cet honneur aurait été ainsi attribué conformément à l'esprit de son fondateur. Malheureusement, la mort a devancé la décision de l'Académie de Stockholm.

Un examen complet, si bref qu'il soit de l'œuvre scientifique de M. Ciamician, nous mènerait bien au-delà des limites qui nous sont imposées, tellement elle a été féconde en résultats.

Après les premières recherches de spectroscopie dont il est question plus haut, il passa immédiatement à des travaux du plus haut intérêt, sur le *pyrrol*, qui devaient le conduire à la découverte du *iodol*, substance qui remplace avec avantage, l'*iodoforme*. Ensuite il s'adonna à l'étude des *huiles essentielles* de nombreuses plantes (persil, anis, sassafras, girofle, écorce de coco et de paracoto, de grenade, d'angélique, de curcuma, céleri, galagax, etc.). Vient ensuite la série, très longue et très originale, des travaux sur *l'action chimique de la lumière*, travaux que seule une collaboration aussi intelligente et dévouée que celle qu'il trouva en son ami, M. Paul Silber, pouvait rendre possible.

En 1908, il entreprit toute une nouvelle série de recherches *sur le mode de formation et de transformation des composés chimiques à l'intérieur des organismes vivants* : c'est la riche floraison des Mémoires sur le *Contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali*, parmi lesquels il faut particulièrement signaler ceux qui regardent la fonction des alcaloïdes dans les plantes.

Malheureusement, il dut interrompre ces études à l'heure même où s'annonçaient les résultats les plus brillants.

Bien qu'il fut par excellence un Maître de la Chimie Organique, il ne se désintéressa point de la Chimie inorganique. L'un des premiers entre les savants, il accepta l'hypothèse de la dissociation électrolytique et en fit un sujet de leçons et de mémoires remarquables.

Les *solutions solides* l'intéressèrent vivement. Tout dernièrement, par ses *Considérations sur la nature de l'affinité chimique*, il entrait dans le vif de la discussion sur la structure intime de l'atome.

Pour apprécier à son juste degré la haute importance d'une œuvre scientifique aussi étendue, il faut encore considérer que tout résultat énoncé par M. Ciamician représente pour la science une acquisition à l'égard de laquelle le doute n'est plus permis, car il n'affirmait la moindre chose qu'à la suite de l'expérimentation la plus consciencieuse.

A côté de cette prodigieuse activité scientifique que nous venons d'effleurer, M. Ciamician s'appliqua aussi à divulguer les hautes notions qui étaient son domaine,

et il le fit de la manière brillante qu'on pouvait attendre d'un tel Maître de la Science et de la parole.

Ses conférences sur *Le développement de la chimie du pyrrol dans le dernier quart de siècle* (1904) ; sur *Les problèmes chimiques du nouveau siècle* (1904) ; sur *La chimie organique à l'intérieur des organismes vivants* (1907) ; sur *La coopération des sciences* (1910) ; sur *La photochimie de l'avenir* (1912), sont de véritables chefs-d'œuvre.

Il était très aristocratique dans ses manières et dans ses sentiments : sa distinction exquise apparaissait encore dans sa parole, ce qui lui valait les applaudissements les plus chaleureux dans tous les Congrès scientifiques et de science appliquée.

Son esprit pratique lui permit de rendre à son pays et aux Alliés les meilleurs services au cours de la guerre qu'il vécut avec l'intensité de passion dont débordait sa grande âme de Triestin.

Telle est, dans ses grandes lignes, la vie de cet homme illustre : vie austère, entièrement vouée à un Idéal supérieur de Science et de Patrie.

Prof. Luigi Mascarelli.
de l'Université de Turin.

Biologie

Les sécrétions de l'œuf et la fécondation. — On doit à un auteur américain, Frank R. Lillie, la découverte d'un fait qui semble destiné à révolutionner nos idées sur la physiologie de l'œuf et le mécanisme de la fécondation. En 1913, en effet, F. R. Lillie a montré que les œufs de certains Echinodermes émettent une substance qui joue un rôle essentiel dans la fécondation et qui est rigoureusement spécifique ; il l'a appelée *fertilisine*. Dans un verre de montre dont l'eau est rendue laiteuse par de nombreux spermatozoïdes d'un Oursin, *Arbacia*, on verse quelques gouttes d'eau provenant d'un autre verre de montre où depuis une demi-heure baignent des œufs d'*Arbacia* ; immédiatement, les spermatozoïdes s'agglutinent en amas compacts entre lesquels l'eau apparaît transparente. L'agglutination est transitoire et réversible. Jamais elle ne s'obtient avec l'eau des œufs d'un autre animal, ni même d'un autre Oursin. Quand, par des lavages répétés, on enlève aux œufs la substance sécrétée, ils ne sont plus fécondables.

Depuis, Lillie a beaucoup étudié ce problème ; il a consigné les résultats de ses recherches dans un livre paru en 1919, sous le titre *Problems of Fertilization*. On conçoit l'intérêt suscité dès le début par sa découverte. Les sceptiques soutenaient d'abord qu'il s'agit d'un fait isolé qui ne peut avoir aucune portée générale, la fertilisine n'ayant été mise en évidence d'abord que chez un Echinoderme et un Annélide. Mais, à l'heure qu'il est, la liste des espèces dont on a reconnu la secrétion par les œufs d'une substance fécondante spécifique est déjà assez longue et comprend dix Echinodermes, divers Annélides, Mollusques (entre autres l'Huître), Tuniciers et même deux Vertébrés : un Poisson (*Fandulus heteroclitus*) et une Grenouille (*Rana pipiens*). Parmi les auteurs qui ont particulièrement contribué à cette étude, il faut citer, en outre Lillie, E. Just, Miss Woodward, et Otto Glaser, qui vient précisément de publier, dans l'*American Naturalist* (vol. LV, p. 368, 1921) et dans le *Biological Bulletin* (vol. XLI, p. 63, 1921) un exposé critique sur les phénomènes en question.

La substance sécrétée par les œufs active et agglutine les spermatozoïdes (Lillie), mais elle active aussi les œufs ; ceux-ci, mis en sa présence, se développent spontanément (auto-parthénogenèse de Glaser). Lillie a reconnu que l'agent agglutinant peut-être neutralisé de deux façons : par les spermatozoïdes et par un certain dérivé de l'œuf que Lillie nomme « antifertilisine » ; le sang de l'espèce même renferme également une antifertilisine, qui empêcherait les œufs de se développer spontanément. Lillie a bâti là-dessus une hypothèse assez compliquée, inspirée par les idées et le langage, si décriés en France, d'Ehrlich. La fertilisine serait un ambocepteur à deux chaînes latérales, dont l'une ovophile et l'autre spermophile ; la fécondation normale correspondrait à la formation d'un composé chimique que Lillie figure de la façon suivante : récepteur du sperme—chaîne latérale spermophile—chaîne latérale ovophile—récepteur de l'œuf. L'agglutination serait la manifestation de la première partie de cette formule; l'activation de l'œuf, de la dernière. L'antifertilisine empêche la fécondation parce qu'elle fixe la chaîne latérale spermophile.

Otto Glaser critique vivement cette hypothèse de Lillie, et cherche à montrer, avec des expériences à l'appui, que la fertilisine n'est pas un corps unique avec deux chaînes latérales, une agglutinante et une activante, mais qu'en réalité il s'agit de deux corps que l'on peut isoler et qui sont fonctionnellement distincts. Il y a deux ans, Miss Woodward a réussi à isoler de la secrétion des œufs d'*Arbacia* une substance qui se présente sous l'aspect d'une poudre blanche rapidement soluble dans l'eau de mer et l'eau douce. Cette substance n'a pas d'effet sur les spermatozoïdes ; elle ne les active pas, ni ne les agglutine. Par contre, elle active les œufs d'une façon très marquée et détermine leur développement parthénogenétique. Elle paraît présenter, en outre, des propriétés lipolytiques, elle accélère l'hydrolyse des graisses. Aussi, Miss Woodward l'a-t-elle nommée *lipolysine*. Avec le restant de la secrétion de l'œuf, on obtient après saturation par le sulfate d'ammoniaque un précipité qui, lui, n'a pas d'effet parthénogénétique, mais par contre agglutine le sperme.

Glaser a élaboré d'autres méthodes encore en vue de prouver la « dualité » de la secrétion de l'œuf. Quand on fait passer cette secrétion à travers le filtre Berkefeld, le filtrat n'a plus de pouvoir agglutinant (tout en gardant ses propriétés lipolytiques). Mais le résidu, qui reste sur le filtre et que l'on peut recueillir en lavant celui-ci, agglutine fortement. Comme il est inadmissible qu'il y ait décomposition chimique de la molécule d'ambocepteur tout simplement en filtrant, il faut bien admettre la présence de deux substances distinctes dans la secrétion de l'œuf, à savoir la lipolysine et l'agglutinine.

C'est vite dit lipolysine, mais Miss Woodward ne s'est-elle pas trompée ? S'agit-il réellement d'un ferment lipolytique ? Pour Glaser, pas de doute : l'hydrolyse de graisses neutres comme l'huile d'olive et la décomposition d'éthers inférieurs comme le butyrate d'éthyle sont effectivement accélérées non seulement par la substance isolée sous le nom de lipolysine mais aussi par l'exsudat frais de l'œuf. Pour ce qui est de l'agglutinine, sa nature est encore obscure. Miss Woodward et Richards supposent que c'est là encore un ferment. En soumettant la fertilisine à l'action des rayons X pendant 2 minutes son pouvoir agglutinant se trouve exalté ; il est diminué au con-

traire quand l'irradiation est de 15 minutes. D'autre part, l'effet de l'agglutinine, comme celui de la pepsine, varie avec la racine carrée de la concentration. Cependant, avant de situer l'agglutinine parmi les catalyseurs organiques il faudrait connaître les divers processus qu'elle accélèrerait.

Glaser s'est demandé si la lipolysine et si l'agglutinine sont spécifiques. On sait que, d'une façon générale, la fécondation ne se fait avec succès qu'entre individus de la même espèce ; on peut souvent, il est vrai, féconder les œufs d'une espèce par le sperme d'une autre, mais le pourcentage des œufs fécondés est toujours plus faible dans ce cas que dans les conditions normales. Glaser s'est donc demandé si l'on peut substituer sans inconvénient la lipolysine d'une espèce à celle d'une autre. Il prend des œufs d'*Echinarachnius* privés en grande partie de leur fertilisine, et les féconde en présence de la lipolysine, soit d'*Arbacia*, soit d'*Asterias*, soit d'Huître, soit de l'espèce même. Eh bien, la proportion d'œufs fécondés est à peu près la même qu'il s'agisse de la lipolysine spécifique ou d'une lipolysine étrangère. Miss Woodward d'ailleurs a récemment signalé que la lipolysine d'*Arbacia* est un excellent agent parthénogenétique pour les œufs de *Nereis*. Donc, il importe peu que la lipolysine soit ou non spécifique. Il ne paraît pas en être de même en ce qui concerne l'agglutinine ; quand celle-ci n'est pas spécifique, le pourcentage des œufs fécondés est toujours faible ; les effets de l'agglutinine spécifique sont quantitativement, et peut-être même qualitativement différents de ceux d'une agglutinine hétérologue.

De toutes façons, et quelque grande que soit pour le moment la part d'incertitude dans ces problèmes, la découverte de deux entités chimiques secrétées par l'œuf et qui assurent la fécondation est une des plus belles conquêtes récentes en biologie. A. Drz.

Statistique

La République Argentine, sa situation économique. — Une intéressante étude, due à M. Olivier Pichot, vient d'être publiée par l'*Economiste français* (oct.-nov. 1921), sur ce pays prospère.

Notons seulement quelques nombres qui peuvent contribuer à donner la mesure de l'activité de cette République. Durant les huit dernières années la balance commerciale a été constamment favorable à ce pays. Exemples : en 1913, importations, 496.227.000 piastres-or (=5 fr. au pair) ; exportations, 519.156.000 ; solde en faveur du pays, 22.929.000. Ce solde favorable s'est élevé rapidement jusqu'en 1918 où il atteignit 375.193.000 piastres. En 1920, ce solde était encore la moitié environ de ce chiffre.

Parmi les exportations qui s'accroissent le plus rapidement de 1917 à 1920 d'après le tableau donné par l'*Economiste*, citons les céréales, blé et maïs surtout, dont les exportations sont cinq fois plus fortes en 1920 qu'en 1917. Le lin a vu dans cette période son exportation passer de 1 à 8 environ. Les viandes congelées et refroidies sont stationnaires et les viandes conservées tendent à ne plus être exportées en grande quantité.

La France a acheté 447 millions de francs de céréales en 1918, 327 millions de francs de viandes et une centaine de millions de francs de laine. Nous ne fournissons guère à ce pays que des produits de l'industrie de la soie, des vêtements, des médicaments et des produits chimiques. L. R.

Variétés

Le problème de la mobilisation technique et scientifique. — Un groupe pour l'étude de l'organisation de la mobilisation technique et industrielle s'est formé sous la présidence de M. le Professeur Moureu, membre de l'Institut (M. Ranc, secrétaire général). Il comprend, outre le conseil de direction, plusieurs groupements scientifiques représentant près de 30.000 savants et ingénieurs.

Le but de ce nouvel organisme est de réaliser la mobilisation de toutes les forces scientifiques de la France afin d'éviter dans l'avenir, les déplorables errements qui nous ont coûté si cher lors de la dernière guerre.

Voici sur quelles bases devrait se faire la mobilisation scientifique.

Le service militaire et la mobilisation des savants et des ingénieurs. — Les fonctions d'Ingénieur-chimiste, Electricien, Mécanicien, etc... dans l'armée, par l'autorité qu'elles exigent et les responsabilités qu'elles comportent, ne doivent être régulièrement remplies que par des officiers ou assimilés.

Les Ingénieurs diplômés, dont la liste sera établie par un règlement d'administration publique, recevront au cours de leur service militaire actif une instruction spéciale les préparant aux emplois techniques militaires qu'ils pourront être appelés à remplir, instruction donnant lieu à la délivrance d'un brevet. Les titulaires du brevet seront promus « officiers brevetés techniciens » de complément qui en temps de guerre pourront être employés tant à l'avant qu'à l'arrière.

L'officier technicien de complément qui appartiendra aux plus jeunes classes est mobilisable à un poste *ad hoc* aux armées. En cas de surnombre il sera mobilisé comme officier non spécialiste ; dans le cas où les disponibilités en officiers techniciens seraient insuffisantes, les postes non pourvus seraient occupés par des sous-officiers ou soldats titulaires du brevet et remplissant les conditions requises pour être nommés officiers de complément.

Les Ingénieurs des classes les plus anciennes seront employés, en temps de guerre, soit dans les services techniques militaires, soit dans les laboratoires ou établissements travaillant pour la défense nationale. Ceux d'entre eux qui remplissent effectivement les fonctions d'Ingénieurs dans ces services ou établissements seront nommés Ingénieurs militaires de complément (assimilés aux officiers), avec un grade correspondant à leurs fonctions.

Cette organisation entraîne la création d'un :

Conseil supérieur de la mobilisation technique et scientifique. — Le Conseil supérieur choisira et classera les techniciens en vue de leur affectation militaire. Il surveillera les mutations et l'avancement et établira l'équivalence entre les situations du personnel de réserve et celles du personnel permanent dans chacune des spécialités de l'armée.

Il aura à faire appel à toutes les compétences reconnues, quelles que soient leurs origines et leur position sociale. Le contrôle de la bonne exécution du matériel ou des produits intéressant la défense nationale lui incombera. Il constituera en réalité une véritable assemblée professionnelle auprès du Ministre, qu'il secondera avec d'autant plus d'efficacité qu'elle comprendra des représentants de toutes les forces vives de la nation.

La composition du Conseil supérieur de la mobilisation technique et scientifique paraît, au groupe d'organisation, devoir être la suivante :

1° Pour un tiers, des représentants du Haut commandement ;

2° Pour un autre tiers, des représentants des syndicats de groupements d'Ingénieurs ;

3° Pour le dernier tiers, des représentants des syndicats patronaux, ouvriers, de l'enseignement technique, de l'enseignement supérieur des Sciences.

Il comprendra deux classes : 1° le personnel ; 2° le matériel et l'établissement. Chaque classe sera divisée en sections de spécialités : Chimie, Electricité, Mécanique, etc...

Au point de vue de sa situation, le Conseil supérieur serait rattaché au Ministère de la Guerre, mais sa véritable place serait auprès du Ministère de Défense nationale, ayant sous ses ordres les sous-secrétariats de l'Armée, de la Marine et de l'Aviation.

Le Conseil supérieur de la Mobilisation technique devra être en liaison avec des Comités de mobilisation dont la création est à souhaiter dans chacun des Ministères auxquels correspondent les différentes branches de l'activité nationale. D'autre part, il faut envisager sa représentation au sein du Conseil supérieur à créer à la Présidence du Conseil pour édicter les grands principes directeurs de la mobilisation des forces économiques, financières et administratives de la Nation.

L. Ft.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Cinématographie

Un précurseur du cinéma. Le théâtre optique. — Dans une étude très documentée sur l'évolution du cinéma, récemment publiée dans la *Revue scientifique*, le Dr Félix Regnault faisait remarquer que la perforation du film, utilisée par Edison dans son kinétographe, n'avait pourtant pas été brevetée par lui, — preuve évidente que cet élément si important pour le repérage des images avait été découvert et appliqué antérieurement. « Nous ne savons par qui, ajoutait l'auteur précité ; sur ce point nos recherches sont restées infructueuses ; ni Edison, ni Lumière, que nous avons questionnés, ne nous ont renseigné (1). »

Ce point demeuré obscur n'est pourtant pas impossible à éclaircir. Il y a quelques années, un témoin des travaux de Reynaud, l'inventeur du praxinoscope et du théâtre optique, nous assurait que ses bandes dessinées étaient déjà munies de perforations dès 1890. Pour vérifier cette affirmation, nous avons recherché les descriptions du théâtre optique publiées avant l'invention du cinématographe, et le passage suivant, extrait des *Nouveautés photographiques* (année 1894, p. 211) nous paraît suffisamment explicite. Le mot « perforation » n'y figure point, parce que ce terme était encore inusité en matière de projection, mais il y est remplacé par un synonyme dont le sens n'est pas douteux : « La bande, grâce à un ingénieux système de boutons et d'œillets, imprime au tambour sa propre vitesse. » Les perforations, surtout quand elles sont rondes comme celles du premier cinématographe, font en effet songer aux œillets percés dans une chaussure pour recevoir les lacets.

Le théâtre optique de Reynaud réalisait pour la première fois des projections animées réellement continues, et les spectateurs voyaient se dérouler, sur l'écran lumineux, des saynètes dont la représentation durait près d'un quart d'heure (2).

Ainsi, nous relevons, dans un programme de 1892, une pantomime, *Pauvre Pierrot*, formée d'une bande de 36 mètres portant 500 images. Un intermède, *Le Clown et ses chiens*, est constitué par 300 images, sur une bande de 22 mètres. *Un bon bock*, scène comique à trois personnages, comprend 700 images dessinées sur un film de 50 mètres, dont la projection dure de 12 à 15 minutes.

(1) *Revue Scientifique*, 11 février 1922, p. 83.

(2) On trouvera des descriptions illustrées du théâtre optique dans : *La Nature*, n° 999, du 23 juillet 1892, page 128 ; *Les Nouveautés photographiques*, par Frédéric Dillaye (Librairie illustrée), année 1894, page 209 ; *Le Cinéma*, par E. Coustet (Librairie Hachette, 1921), p. 17-19 et planche 2.

Ce spectacle ne marque-t-il pas les débuts du « ciné » actuel ? Sans doute, la confection des films représentait un travail fort ardu, mais l'exécution manuelle des images mouvantes, loin d'être entièrement délaissée, obtient aujourd'hui un regain de faveur. Les *dessins animés* sont une réminiscence manifeste du procédé de Reynaud ; cependant, il ne s'agit là que d'une fantaisie passagère, capable de fournir quelques intermèdes amusants, mais non de constituer le fond même d'un spectacle de longue durée. Aussi, dès la création du théâtre optique, songeait-on à remplacer le travail du dessinateur par l'enregistrement photographique. C'est ainsi que Frédéric Dillaye, après la description d'où nous avons extrait la phrase qui signale les œillets percés dans la bande, montrait la voie qui s'ouvrait aux amateurs de projections mouvementées : « Il suffira, disait-il, de faire jouer les scènes à projeter par des modèles bien réglés, restant toujours entre certains points de repérage. Les poses seront alors prises chronographiquement à des intervalles déterminés d'avance et rigoureusement calculés suivant la vitesse à donner à la bande qui doit porter les images à projeter. »

Du reste, cette idée avait déjà été émise par Gaston Tissandier, qui écrivait, en 1892 : « Le Théâtre optique semble constituer dès à présent l'appareil type pour la synthèse des séries photographiques de poses successives, et c'est sans doute dans ce sens qu'il trouvera dans l'avenir son usage principal, lorsque les perfectionnements des appareils instantanés spéciaux et l'abaissement du prix de revient des pellicules photogéniques permettront d'obtenir facilement et assez économiquement des séries très nombreuses de ces poses (1). »

Ces prévisions sont aujourd'hui amplement réalisées : des films de 2.000 mètres, sur lesquels se succèdent 100.000 images et plus, défilent dans le monde entier, où le cinéma occupe quelque 60.000 salles de spectacle.

E. C.

Chimie industrielle

Les graisses alimentaires d'huiles. — Tous les chimistes savaient que, pour le même nombre d'atomes de carbone, les acides gras, non saturés, à une ou plusieurs doubles liaisons, ont des points de fusion inférieurs à celui de l'acide gras saturé.

C'est ainsi que, par la série en C^{18}, on a les points de fusion suivants :

(1) *La Nature, loc. cit.*

		Fusion	*Origine principale*
Ac. clupanodique	$C^{18}H^{28}O^2$	liq. à 0°	Huiles de poisson
— linolénique	$C^{18}H^{30}O^2$	id.	— siccatives
— linoléique	$C^{18}H^{32}O^2$	liq. à +10°	— demi-siccatives
— oléique	$C^{18}H^{34}O^2$	14°	— id.
— stéarique	$C^{18}H^{36}O^2$	69°3	Suifs

On voit que la fixation d'hydrogène sur l'acide oléique, par exemple, transformerait celui-ci en acide stéarique. On comprend l'intérêt de la solution de ce problème par l'industrie de la stéarinerie et des graisses avec l'utilisation de l'acide oléique résiduel ou mieux encore par le durcissement direct du suif ou des acides gras bruts.

Kékulé en 1860, avait hydrogéné l'acide non saturé en C^4, l'acide crotonique, et obtenu l'acide propionique. En 1876, au laboratoire, l'acide oléique était transformé en acide stéarique (Goldschmidt). De nombreux brevets ont été pris pour le procédé d'hydrogénation par le zinc en présence de l'eau (Tissier 1897, etc.), mais ce n'est que l'application de l'hydrogénation avec le nickel de Sabatier et Senderens, aux acides gras liquides ou à leurs glycérides, par le brevet allemand de Norman (1902) que la question a été résolue industriellement. L'historique et la pratique de l'hydrogénation de l'huile a fait l'objet d'une étude de M. Fréjacques (*Chimie et industrie,* Octobre 1920). Cette industrie du durcissement des huiles est devenue aujourd'hui très importante (1). L'hydrogénation se fait sous pression d'une dizaine d'atmosphères et à une température de150°, le catalyseur varie d'une usine à l'autre; le nickel pulvérulent est remplacé souvent par des sels de nickel, en particulier par la solution concentrée d'azotate. En dehors de l'application du durcissement en stéarinerie et en savonnerie, nous attirons l'attention sur la fabrication des graisses alimentaires et des beurres simili, en partant d'huiles comestibles. C'est ainsi que l'huile de coton liquide à — 12° donne une graisse fondant à +38°5 après durcissement. Mais des huiles comme les huiles de poisson qui sont désodorisées par le traitement fournissent hélas! des graisses alimentaires; avec l'huile de baleine, on obtient une graisse fusible à 47° 5. On s'est préoccupé de la comestibilité de ces graisses d'huiles qui ne renferment pas plus de 6 milligrammes de nickel par kilogramme. Or, on a pu faire ingérer pendant longtemps à des hommes jusqu'à 0 gr. 7 de nickel par jour sans accident. L'emploi des casseroles de nickel peut, on le sait, introduire jusqu'à 65 milligr. de nickel par kilogr. dans les aliments et jusqu'ici — on ne semble pas proscrire l'emploi de cette vaisselle.

En France, les graisses alimentaires d'huiles n'ont pas encore pris sur le marché l'importance qu'elles ont en Amérique et en Angleterre, où elles concurrencent les oléomargarines et les beurres végétaux, ou le *lard compound* mélangé d'huile de coton et d'oléomargarine. Le public doit pouvoir se renseigner sur la nature de la graisse vendue et l'identification sera facile par un chimiste.

La nouvelle industrie des huiles plus ou moins durcies permet de préparer des produits à point de fusion croissant et de réaliser des succédanés de la cire d'abeilles ou de la cire du Japon. A. R.

(1) *The Hydrogenation of oils. Catalyse et Catalysers*, par Ellis, 1 vol. London 1921.

Travaux publics

Le ciment fondu et le béton armé. — M. Lossier, l'ingénieur-constructeur bien connu, a exposé, dans le *Génie Civil* (1), une très intéressante étude sur les progrès que l'emploi du ciment fondu peut permettre de réaliser dans la construction des grands ouvrages en béton armé.

On sait que, jusqu'à ces derniers temps, on employait à peu près exclusivement le ciment de Portland à prise lente ; dans ces conditions le décoffrage ne pouvait être effectué qu'après un délai de 5 à 8 jours pour les pièces secondaires et de 30 à 45 jours pour les pièces principales.

Il en résultait de nombreux inconvénients : longue et coûteuse immobilisation des coffrages, retard dans la livraison et l'utilisation des ouvrages très urgents, difficulté et même impossibilité d'adopter des procédés de montage rapide sans étayage, comme on le fait habituellement pour les constructions métalliques.

On a essayé par divers moyens de supprimer partiellement l'étayage proprement dit ou de réduire l'importance des coffrages, soit en incorporant des armatures rigides susceptibles de supporter les coffrages, soit en employant des armatures provisoires qui sont enlevées après le durcissement du béton, soit en adoptant des cintres suspendus, etc.

L'emploi des ciments à durcissement rapide est de nature à orienter le béton armé dans une voie nouvelle et à lui permettre de concurrencer le métal pour les ouvrages de très grande portée.

On sait, en effet, que le ciment fondu effectue sa prise en deux ou trois heures et qu'en trois jours il atteint une résistance comparable à celle des bons ciments de Portland au bout de 45 jours; en outre de cette remarquable propriété, il faut ajouter sa résistance à l'eau de mer et aux eaux sulfatées.

On conçoit clairement les avantages considérables qui peuvent résulter de son emploi tant à cause de la rapidité d'exécution que de l'utilisation immédiate des ouvrages ainsi construits : pour les planchers, par exemple, dont les coffrages peuvent être enlevés au bout de deux ou trois jours, pour les éléments moulés à l'avance (poteaux pour transport d'énergie, poutrelles de planchers, pieux de fondation, etc.), chalands et autres constructions navales.

M. Lossier s'est livré ensuite à une étude très approfondie des conditions techniques à remplir pour utiliser le béton armé dans les grands ouvrages ; il démontre que, comme pour les ouvrages métalliques, on doit, à partir d'une certaine ouverture, abandonner les sections pleines et adopter des fermes en treillis.

Puis il examine en détail comment on pourrait employer des méthodes de montage analogues à celles en usage dans les constructions métalliques et qui nécessitent l'assemblage rapide sur place d'éléments moulés à l'avance et l'exécution continue et en porte-à-faux d'un élément de poutre ou d'arc.

Il démontre, avec exemples à l'appui, que l'emploi du ciment fondu permet d'appliquer au béton armé tous les modes de montage adoptés pour les constructions métalliques et d'aborder l'exécution des grands ouvrages à treillis soit en poutres, soit en arcs, dans des conditions techniques et économiques pratiquement réalisables.

M. Lossier, dans la dernière partie de son étude, cherche à déterminer les portées maxima qui peuvent être envisagées au point de vue de la résistance proprement dite et les limites dans lesquelles le béton armé peut être plus économique que le métal.

(1) N° du 28 janvier 1922, page 79.

Il compare les matériaux ci-après :

1°) *Béton non armé* : densité 2,2 ; résistance normale de 84 kgs par cmq.

2°) *Béton fretté* : densité 2,5 ; résistance normale de 180 kgs par cmq.

3°) *Béton fretté armé de fonte ou fonte frettée* : densité 3,6 ; résistance normale de 450 kgs par cmq.

4°) *Aciers laminés* : densité 7,8 ; résistance normale de 10 kgs par mmq.

Il envisage ensuite à titre d'exemple les deux cas suivants :

a) arc à trois articulations surbaissé au 1/5 ;

b) poutre parabolique à treillis reposant librement sur ses appuis et dont la hauteur est le 1/5 de la portée.

Dans ces conditions, les portées limites, c'est-à-dire les ouvertures, pour lesquelles les ouvrages ne pourraient supporter que leur poids propre, sont données par le tableau suivant :

	Poutre	Arc
Béton non armé....	332 m.	495 m.
Béton fretté	430 m.	950 m.
Fonte frettée	540 m.	1600 m.
Aciers laminés.....	710 m.	1600 m.

M. Lossier cherche à aller plus loin encore et à chiffrer le prix de revient de ce qu'il appelle la *résistance disponible* d'un ouvrage, c'est-à-dire la différence entre le taux de travail normal des matériaux et l'effort dû au poids propre de la construction.

Il évalue approximativement aux chiffres suivants la valeur d'un prisme d'un mètre de longueur de matériaux susceptible de résister à l'effort d'une tonne.

		fr.	c.
Compression	Béton non armé.....	0	72
	Béton fretté à 4,5 %.....	0	76
	Fonte frettée.....	0	80
Compression et Traction	Aciers laminés.....	1	44
Traction	Béton fondu armé à 20 %..	1	29

Cette évaluation effectuée d'après les cours actuels des grands ouvrages n'a évidemment qu'une valeur comparative, mais elle a permis à M. Lossier de formuler les conclusions suivantes :

Ponts en poutres. — Au point de vue économique l'avantage est en faveur :

1°) du béton non armé pour les portées inférieures à 42 mètres.

2°) de la fonte frettée de 42 m. à 396 m.

3°) des aciers laminés à partir de 396 m.

Par comparaison avec les aciers laminés l'avantage existe en faveur du béton non armé jusqu'à 190 m., du béton fretté jusqu'à 258 m. et de la fonte frettée jusqu'à 396 m.

Ponts en arc. — L'avantage économique est constamment en faveur de la fonte frettée sauf pour les petites portées où le béton non armé garde la priorité.

Par comparaison avec les aciers laminés, l'avantage existe en faveur du béton non armé jusqu'à 313 m. et du béton fretté jusqu'à 685 m.

Ces chiffres n'ont évidemment qu'une valeur approximative et comparative restreinte; néanmoins ils sont de nature à faire sérieusement réfléchir les ingénieurs et toutes les personnes qui s'intéressent à la conception et à l'exécution des grands ouvrages.

Il semble bien que nous nous trouvons à un tournant de l'histoire et que nous assisterons peut-être à des changements rapides et profonds dans les idées actuellement suivies.

M. Lossier termine enfin son magistral article en citant deux exemples de grands ouvrages :

A) *Un hangar pour deux dirigeables* ayant les dimensions suivantes :

Hauteur libre intérieure....	53 m.
Portée libre intérieure.....	93 m. 60
Longueur	220 m.

Ce projet dressé par M. Lossier a été adopté après concours par le Ministère de la Marine sur l'avis du Conseil général des Ponts-et- Chaussées.

B) *Un grand Pont cantilever* ayant les dimensions du pont bien connu sur le Firth of Forth (Ecosse) et composé de quatre travées dont les ouvertures respectives sont de 210 m., 521 m., 521 m. et 210 m.

M. Lossier a comparé dans un dessin les sections du pont du Forth tel qu'il a été construit et les sections auxquelles on arriverait en l'exécutant avec du béton armé et il arrive à la conclusion que l'emploi du béton armé ne conduirait ni à des sections excessives ni à des dispositions pratiquement irréalisables. A. A.

Industrie

Fabrication de la glace à l'aide de l'eau de mer. — M. de Sauzy, professeur à l'Ecole d'aéronautique, a proposé récemment de fabriquer de la glace à l'aide de l'eau de mer pour le transport du poisson. L'Office scientifique et technique des Pêches maritimes vient de faire d'intéressantes expériences sur la valeur industrielle du procédé. Pour un transport de poissons de Douarnenez à Paris, la température de l'emballage à la glace d'eau douce était, à l'arrivée, d'environ +2°, la température du poisson de +5° ; dans les caisses contenant de la glace d'eau de mer, la température de l'emballage était d'environ —3°, la température du poisson était de —2°.

D'après M. le Danois, attaché à l'Office scientifique et technique des pêches, la glace d'eau de mer présente, en plus de cet abaissement de température, les avantages suivants :

La friabilité de la glace de mer supprime la nécessité d'un concasseur et elle ne présente pas d'arêtes vives, qui risquent de déchirer les tissus des poissons.

Le poisson se trouve, au moment de la fusion, dans une humidité salée très comparable à son milieu naturel, qui évite le délavage, favorable à la putréfaction.

La glace salée permet une fabrication illimitée dans les localités voisines de la côte qui n'ont pas d'eau douce en quantité suffisante.

En résumé, la glace salée semble appelée à jouer un rôle important dans le commerce du poisson. J. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Une élection aura lieu prochainement dans la section de Géométrie, pour remplacer M. Nœther, d'Erlangen, membre correspondant.

— M. Lindet a présenté à l'Académie son livre sur « L'Outillage de l'Industrie chimique, agricole et alimentaire, » à l'usage des chimistes qui se destinent à l'industrie.

Académie de Marine. — On sait que l'Académie de marine, qui a existé, à Brest, de 1752 à 1793 a été reconstituée au mois d'octobre dernier avec cinquante membres. Le bureau est composé de MM. Landry, président ; Laubeuf, vice-président ; Vice amiral Darrius, secrétare général et M. Rondet-Saint, secrétaire général adjoint.

Les séances se tiennent au Ministère de la Marine ; la prochaine réunion aura lieu le 7 avril.

Conseil supérieur de l'Agriculture. — Un décret du 11 mars (*J. off.*, 15 mars) réorganise le Conseil supérieur de l'Agriculture qui est composé de 40 membres élus pour 3 ans par les Chambres d'Agricultures et de 40 membres nommés par décret.

Observatoires. — Le Conseil des Observatoires s'est réuni la semaine dernière sous la présidence de M. Appell. Une orientation nouvelle des études semble devoir être donnée, en particulier aux questions d'astrophysique. D'autre part, par décret du 16 mars (*J. off.*, 18 mars), les directeurs des observatoires du Puy-de-Dôme et du Pic-du-Midi sont appelés à siéger au Conseil.

Monument du professeur Chauveau. — Un comité vient de se constituer, sous la présidence d'honneur de MM. Emile Louvet, Léon Bourgeois et des Ministres de l'agriculture et de l'instruction publique, pour ouvrir une souscription ayant pour objet d'élever un monument au professeur Chauveau à l'Ecole vétérinaire de Lyon.

Laboratoires de bactériologie et d'hygiène sociale. — Le Ministre de l'Hygiène a adressé une circulaire aux préfets en vue d'organiser des laboratoires pour combattre les maladies transmissibles (*J. off.*, 14 mars).

Centenaire de Pasteur. — L'Académie de Médecine a décidé de célébrer le centenaire de la naissance de Pasteur, le 26 décembre prochain. Une séance solennelle aura lieu, dans laquelle on mettra en relief l'œuvre scientifique de Pasteur. Voici la liste des Médecins qui prendront la parole : M. Delezenne (Biologie générale), M. Widal (Médecine), M. Delbet (Chirurgie), M. Wallich (Obstétrique), M. Barrier (Médecine vétérinaire), M. Calmette (Hygiène). L'Académie se fera représenter à la cérémonie du 27 décembre à l'Institut Pasteur et à celle du 1er juin 1923 qui aura lieu à Strasbourg.

Ingénieurs des poudres. — Un certificat de connaissances chimiques est créé ; il sera exigé pour être promu au grade d'ingénieur principal. La commission d'examen, qui siègera une fois par an, sera présidée par un membre de l'Académie des Sciences et comprendra deux savants spécialisés nommés par le Ministre, le directeur du laboratoire des Poudres et un ingénieur.

Troisième Conférence internationale de Chimie. — Cette troisième conférence se tiendra à Lyon, du 27 juin au 2 juillet, sous la présidence de M. Grignard, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, Directeur de l'Ecole de Chimie industrielle, assisté des vice-présidents : MM. Fougère, président de l'A.I.C.A., E. Gillet, président de l'A.A. des anciens élèves de l'Ecole de Chimie de Lyon, Morel, professeur à la Faculté de médecine, Sisley, industriel.

Congrès international des combustibles liquides. — L'active Société de Chimie industrielle organise, sous le patronage des Ministres du Commerce, des Travaux publics et de l'Agriculture, un Congrès qui sera présidé par le professeur Sabatier, membre de l'Institut. Une Exposition aura lieu à cette occasion.

Société des Sciences de Cluj. — Lors de la réunion de la Transylvanie à la Roumanie, deux sociétés furent fondées : le *Cercle des Naturalistes de la Dacie Supérieure* et la *Société des Sciences pures et appliquées*. Ces organisations viennent de fusionner sous le nom de « Société des Sciences de Cluj ».

Nous souhaitons à cette nouvelle Société tout le succès désirable en vue de diffuser et de faire progresser les sciences pures et appliquées.

Pour tous renseignements, s'adresser au Secrétaire général de la Societatea de Stünte, Decanutul Facultatu de Stünte, Universitate Cluj, Roumanie. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — L'Association générale des étudiants a organisé, à l'hôtel de la Rue de la Bucherie, les quatre conférences suivantes :

— 9 mars. — M. Ch. Ed. Guillaume, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, Correspondant de l'Institut : « La Métrologie, ses aspects généraux ».

— 16 mars. — M. Lecomte, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures : « L'Exploitation des mines et la civilisation ».

— 30 mars. — M. Langevin, professeur au Collège de France, « L'aspect général de la théorie de la relativité ».

— 6 avril. — M. Urbain, professeur à la Faculté des Sciences, membre de l'Institut, « Les anciens éléments chimiques et les nouveaux ».

Faculté des Sciences. — Soutenance de thèses. — M. Teilhard a soutenu, le 22 mars, une thèse de doctorat ès-sciences naturelles, intitulée : « Mammifères de l'Eocène inférieur et leurs gisements ».

Collège de France. — Le professeur Einstein fera au Collège de France, à partir du 29 mars, une série de conférences sur la Théorie de la Relativité.

Un certain nombre de séances seront consacrées à des discussions auxquelles prendront part notamment MM. Painlevé, Langevin, Brillouin, Emile Picard, etc. M. Einstein prendra en outre la parole devant la Société française de Physique et la Société de Philosophie.

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours de zoologie (Malacologie) de M. le professeur Joubin commencera le 28 mars.

M. L. Germain, assistant, professeur suppléant fera :

1° Les mardis et samedis à 15 h. 1/2, des leçons sur les cœlentérés ;

2° Les jeudis à 15 h. 1/2 : « Distribution géographique des mollusques terrestres et fluviatiles. — Polymorphisme des Mollusques. — Faunes insulaires ».

— Le cours de Botanique de M. le professeur Lecomte a commencé le 22 mars. Les leçons ont lieu les mercredis et samedis à 10 heures à l'Amphithéâtre de la galerie de Minéralogie. La galerie des herbiers

est ouverte tous les jours de 13 heures à 17 heures. Des cartes d'admission doivent être demandées au professeur.

— M. Paul Lemoine, professeur, a ouvert son cours de Géologie le samedi 18 mars, sur : « Les terrains secondaires du Bassin de Paris » et le continuera dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Géologie, les jeudis et samedis à 16 heures.

Institut de paléontologie humaine. — M. le professeur H. Breuil a ouvert son cours public d'Ethnographie préhistorique le 23 mars, à 17 heures, à l'Institut 1, rue René Panhard (boul. St-Marcel) : « Origine et évolution de l'industrie paléolithique ».

Des cartes d'entrée sont envoyées à toute personne qui en fait la demande au directeur de l'Institut.

École d'application de santé coloniale. — La chaire de clinique interne et des maladies exotiques est déclarée vacante.

Écoles de médecine et de pharmacie. — Le 30 octobre 1922, s'ouvrira, à la Faculté de Lyon, un concours pour les emplois de suppléant des chaires de clinique chirurgicale et de clinique obstétricale.

Écoles d'agriculture. — M. H. Petit est nommé, après concours, chef des travaux de géologie générale et agricole de l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.

Université de Lyon. — La chaire de mathématiques appliquées prend le titre de chaire de Mécanique rationnelle et appliquée.

Université de Fribourg. — M. le professeur Paul Girardin, de la Faculté des Sciences, doyen du groupement des professeurs du centre d'études françaises, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 27 février 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Torsten Carleman* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les séries** $\Sigma \frac{A_\nu}{z - a_\nu}$.

— *Spiridion Sarantopoulos* (prés. par M. Emile Borel) **Sur un théorème de M. Landau.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan* (prés. par M. Emile Borel) **Sur une généralisation de la notion de courbure de Riemann et les espaces à torsion.**

ASTRONOMIE. — *Philippe Fox* (prés. par M. H. Deslandres). **Mesures de parallaxes stellaires à l'Observatoire de Deadborn (Etats-Unis).**

Ce tableau est destiné à compléter ceux déjà publiés en 1919 (C. R. t. 168, p. 1.095) et en 1921 (C. R. t. 172, p. 1.016). On signale en particulier le mouvement propre de quelques-unes de ces étoiles.

— *Th. Moreux* (prés. par M. Baillaud). **Sur une nouvelle théorie de la formation des nébuleuses spirales et du système solaire.**

On admet que la masse attirante (soleil ou étoile) penètre dans un milieu composé de météores décrivant des trajectoires parallèles et animés par rapport à elle d'un mouvement relatif à vitesse constante. Dans ces conditions, on peut expliquer, ainsi que l'auteur l'expose dans son ouvrage sur l'*Origine et la Formation des Mondes*, les particularités présentées par les astéroïdes, les petites et les grosses planètes du Monde solaire.

GÉODÉSIE. — *Georges Perrier* (prés. par M. R. Bourgeois) **Compensation des différences d'altitude d'une chaîne de triangles de premier ordre. Application à la triangulation de l'arc méridien de l'équateur.**

Une compensation d'ensemble exigerait un travail hors de proportion avec le résultat à atteindre ; il a paru préférable d'établir la compensation par figures successives accolées le long d'un côté commun. La discussion des résultats relatifs aux bases de San Gabriel, Riobamba et Payta est le premier exemple, dans la géodésie française tout au moins, d'une compensation des altitudes trigonométriques suivie d'une analyse complète des erreurs.

PHYSIQUE. — *Miramond de Laroquette* (transm. par M. Laveran). **Mesure du pouvoir moyen de pénétration d'un faisceau de rayons X par un nouveau procédé radiochromométrique.**

Il s'agit d'une application du procédé radiochromométrique de M. Benoist ; on mesure le pouvoir de pénétration du rayonnement d'une ampoule en comparant les teintes radiographiques obtenues, avec des teintes chromométriques préparées au préalable au moyen d'épaisseurs déterminées de plomb, sous des temps de pose convenables. Le dispositif qui réalise ce procédé est essentiellement formé par une plaque de plomb percée de trous, auquel on donne le nom de grille sclérométrique.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *Paul de la Gorce* (prés. par M. Paul Janet). **La mesure des puissances par l'électrodynamomètre différentiel.**

On équilibre la puissance à déterminer, ou une fraction connue de celle-ci, par la puissance dissipée dans un circuit non inductif et aisément accessible aux mesures. La méthode est d'une application facile parce que le changement d'une simple résistance permet de réaliser l'équilibre.

MINÉRALOGIE. — *Alfred Schoep.* **Sur la dewindtite, nouveau minéral radioactif.**

On rencontre ce minéral à Kasolo (Katanga, Congo belge), mélangé à la chalcolite. Sa couleur est jaune canari ; il est en général pulvérulent, constitué de paillettes cristallines. Il contient environ 55,5 % de UO^3, ainsi que du Ph, Pb, Fe, Al, Ca, Mg. Sa radioactivité est plus élevée que celle de la Kasolite.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* **Sur les lignes neutres de sédiments sous marins côtiers.**

M. Thoulet décrit les caractères de la *ligne neutre* du rivage du golfe de Lion, depuis l'embouchure du Petit-Rhône jusqu'au cap de Creus. La ligne neutre suit le bord et marque la séparation des éléments lourds (amphibole, pyroxène, zircon, péridot, tourmaline, etc...), contenus dans la portion dite de *sable très fin.*

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Chapas* (prés. par M. G. Lemoine). **Solubilité des acides toluiques isoméres dans les trois xylénes.**

Alors que l'acide para est peu soluble dans les trois xylènes, l'acide méta possède les coefficients de solubilité les plus grands, sans cependant que ceux de l'acide ortho soient très différents. On retrouve les relations entre la solubilité et la constitution, déjà indiquées par l'auteur.

— *A. Poucholle* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Contribution à l'étude de la trempe.**

Au moyen d'un ingénieux enregistreur, l'auteur obtient les courbes du recuit, de la trempe et du revenu,

avec celles des trempes douces et de l'atténuation de la recalescence dans des aciers durs et doux, courbes faites à l'amphithéâtre devant les élèves.

— *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). **Etude électrométrique de l'hydrolyse, sous l'action de la baryte, de quelques complexes aminés du cobalt.**

Les mesures de résistance avaient montré que l'eau de constitution était remplacée par l'oxydrile OH ; la méthode électrométrique permet d'obtenir mieux encore, la concentration en ions OH.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J.-B Sendevens* et *A. Aboulenc* (prés. par M. G. Lemoine). **Préparation catalytique des cyclohexanotriols.**

Comme les diphénols, les triphénols s'hydrogènent en présence du nickel. Avec les trois triphénols : pyrogallol, phloroglucine et oxyhydroquinone, on obtient les triols, pyrogallite, phloroglucite et oxyhydriquinite.

— *M. Godchot* et *P. Brun* (prés. par M. Haller). **Sur quelques dérivés de la subérone.**

L'hydrure de calcium, déjà employé par l'auteur comme agent condensateur des cétones bicycliques, a été utilisé dans le cas des cétones cyclopentaniques, cyclohexaniques, et heptaniques. La subérone, cétone heptanique, donne la cycloheptylidène-cycloheptanone.

— *Grandmougin* (prés. par M. Béhal). **Sur les isatines halogénées.**

L'oxydation des indigos halogénés conduit aux isatines halogénées préparées par l'auteur et caractérisées par leurs oximes et leurs phényl-hydrazones ainsi que par leurs constantes physiques. Les spectres d'absorption sont à rapprocher de ceux des indigos halogénés.

CHIMIE AGRICOLE. — *Warcollier* et *Le Moal* (prés. par M. Lindet). **Disparition progressive de l'acide sulfureux libre dans un jus de pommes conservé.**

La sulfitation à 100 gr. par hectolitre ne doit se faire que sur des jus sains provenant de fruits non pourris ; s'il en est autrement, l'acide sulfureux passe à l'état combiné. Les auteurs ont montré que les diastases oxydantes des moisissures engendrent des produits aldéhydiques ou cétoniques, qui se combinent au bisulfate. Le cidre doux, pour se conserver, doit être exempt de ces diastases. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). **La structure du Nord-Annam et du Tonkin.**

L'auteur distingue, pour la moitié orientale de l'Indochine du Nord, trois ensembles superposés qu'il qualifie de *Substratum*, de *Série intermédiaire* et de *Nappes charriées*. Il reconnaît, pour le Substratum, deux parties : l'*Avant-pays* et les *Eléments autochtones*, ceux-ci en fenêtre sous la Série intermédiaire. Cette dernière est formée de terrains secondaires, principalement schisto-gréseux.

Les *Nappes* culminent au-dessus de la Série intermédiaire. Deux grands ensembles, deux grands lambeaux, en sont conservés : celui de l'Ouest du Tonkin et celui du Nord-Est.

— *J. Savornin* (transm. par M. Depéret). **Observations stratigraphiques et tectoniques à la frontière nord-est du Maroc.**

Les observations relatées dans cette Note ont trait à la *Berge du Kiss*, à *Martimprey*, aux *Gorges du Kiss*, à *Port-Say* et au *Trias des Beni Snassen*.

L'examen des divers affleurements écarte toute idée de phénomènes de plissement s'accompagnant de refoulements horizontaux. Les plis sont fort réguliers. Un paisible et large synclinal, sous la plaine des Trifa, sépare les anticlinaux liasiques du Kiss et des Beni Snâssen. Son remplissage jurassique se voit à l'ouest de la plaine, où l'érosion l'a respecté.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Antonin Nemec* et *Frantisck Duchon* (prés. par M. L. Maquenne). **Sur une méthode indicatrice permettant d'évaluer la vitalité des semences par voie biochimique.**

Pour distinguer les graines de haute vitalité de celles d'une énergie vitale affaiblie, les auteurs proposent de se servir de la voie biochimique, basée sur la détermination de l'activité de la catalase des graines. Pour rechercher cette activité, on détermine le volume d'oxygène dégagé de l'eau oxygénée. Le volume d'oxygène, dégagé par la catalase et mesuré sous des conditions comparables de température, de concentration de l'eau oxygénée et sur une quantité constante de farine, décroît régulièrement avec l'affaiblissement de la faculté germinative de la graine.

BIOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Contribution à l'étude de la régression d'un organe ; les muscles vibrateurs du vol d'*Apterina pedestris* Meig. pendant la nymphose.**

Bien que les muscles vibrateurs du vol fassent défaut chez l'imago d'*A. pedestris*, des ébauches de ces muscles peuvent apparaître chez la nymphe. L'importance de ces ébauches est subordonnée à l'apport des myoblastes constructeurs.

L'auteur pense que la régression des muscles du vol ne s'est pas effectuée par une diminution graduelle et régulière ; il admet volontiers que la disparition des muscles vibrateurs d'*A. pedestris* n'est pas due aux reflets héréditaires et cumulatifs du non-usage, mais à une mutation.

ZOOLOGIE. — *Louis Roule* (prés. par M. L. Joubin). **Sur un genre de Poisson abyssal japonais très rare, nouvellement retrouvé dans l'Océan Atlantique Nord-Africain.**

Il s'agit d'une espèce nouvelle du genre *Ijimaia*, que l'auteur nomme *I. Loppei*. Ses dimensions atteignent près de deux mètres. Ce genre compose, avec le genre *Ateleopus*, la remarquable famille des Atéléopidés. M. Roule présume que les Atéléopidés représentent, dans la nature actuelle, un type très primitif, se rattachant d'une part à des formes chondrostéennes nues, et, de l'autre, constituant un centre auquel se relient les Gadiformes d'abord, puis les Blenniformes et les Pédiculés.

— *Théodore Monod* (prés. par M. Joubin). **Sur la morphologie des pièces buccales chez le mâle d'*Akidognathia halidaii* (Bate and Westwood).**

L'identité pour les deux genres *Paragnathia* et *Akidognathia* de la formule antenno-gnathopodique permet de les considérer comme synonymes. La diagnose du genre *Akidognathia*, tel que le comprend l'auteur, sera : flagellum antennaire de 8 articles ; gnathopode du mâle composé de 5 segments ; mâle pourvu de rudiments maxillaires ; femelle privée de maxillipèdes développés.

En se basant sur le nombre des articles du flagellum antennaire et sur celui des articles du gnathopode, l'auteur établit une révision de la famille des *Gnathiidae*.

PHYSIOLOGIE. — *A. Policard* et *G. Mangenot* (prés. par M. Roux). **Action de la température sur le chondriome cellulaire. Un critérium physique des formations mitochondriales.**

Dans toutes les cellules, animales ou végétales, les mitochondries ne peuvent supporter, sans disparaître, des températures supérieures à 48°-50°. En dehors de sa signification biologique, probablement considérable,

ce caractère constitue un moyen précis et commode pour se rendre compte de la nature mitochondriale d'une formation cellulaire.

MÉDECINE. — *Henri Grenet* et *Henri Drouin* (prés. par M. Bazy). **Sur un composé bismuthique de la série aromatique et son activité thérapeutique.**

Les auteurs ont étudié différents sels de bismuth, utilisables en thérapeutique antisyphilitique. Ils se sont arrêtés à un dérivé phénolique. Ce sel, dont la teneur en métal actif est comparable à celle du tartro-bismuthate de sodium et de potassium, est soluble dans l'eau et peu toxique.

Avec la dose de 10 cg. répétée trois fois par semaine, MM. Grenet et Drouin ont obtenu la disparition des lésions syphilitiques primaires, secondaires et tertiaires, avec une rapidité comparable à celle que donnent les arsénobenzènes. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 6 mars 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia*. **Nouvelles applications de la représentation conforme aux équations différentielles.**

— *Henri Villat*. **Sur un problème nouveau concernant les fonctions analytiques et la représentation conforme.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). **Sur l'application des variétés d'ordre p dans un espace x d'ordre n.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Kœnigs). **Correspondances ponctuelles déduites de l'étude des trois formes quadratiques fondamentales de deux surfaces.**

GOÉDÉSIE. — *G. Prévost* (prés. par M. Brillouin). **Détermination des coefficients dans le développement des polynomes de Laplace d'une fonction de deux variables.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Charles Nordmann* et *Le Morvan*. **Observation d'un phénomène singulier que présente l'étoile ζ de la Grande Ourse,**

Les étoiles et de la Grande-Ourse n'appartiennent pas au même type spectral. Cependant, observées au photomètre hétérochrome, elles accusent dans le spectre des répartitions d'intensité sensiblement les mêmes. Cela tient, sans doute, à ce que la correspondance entre le caractère spectral et la température n'a pas un caractère absolu ; les raies du spectre ne peuvent en effet fournir des renseignements thermiques que sur la « couche renversante » très voisine des photosphères stellaires ; la couche est entourée elle-même d'une atmosphère plus ou moins absorbante qui modifie plus ou moins la « température effective » de l'étoile et le rayonnement quantitatif qu'elle nous envoie.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *André Planiol* (prés. par M. Kœnigs). **Rendement organique des moteurs à combustion interne.**

Aux pertes par frottement, il y a lieu d'ajouter celles résultant des effets d'inertie des pièces à mouvements alternatifs et celles dues aux résistances à l'écoulement de gaz transvasés de l'atmosphère dans le cylindre et *vice versa*. L'expression $c_f = a + b\pi$, où c_f est le couple résistant dû aux seuls frottements et π la pression d'inertie rapportée à la surface du piston, s'accorde bien avec les données expérimentales.

HYDRAULIQUE. — *G. Camichel* (transm. par M. André Blondel). **Sur les surfaces de discontinuité.**

Cette Note est le résumé d'un travail plus étendu ; les surfaces de discontinuité, que l'on peut mettre en évidence expérimentalement, peuvent être comparées à celles que l'on obtient par le calcul dans certains cas particuliers, en supposant le fluide parfait et en admettant l'existence d'un potentiel des vitesses.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Labussière* (prés. par M. Brillouin). **Sur l'existence géométrique d'un invariant général des faisceaux de rayons se réfractant suivant la loi de Descartes, et ses applications à l'optique géométrique et au rayonnement.**

Cet invariant est représenté par l'intégrale

$$\iint_S \left(\iint_\omega \cos u \, d\omega \right)$$

où u est l'angle d'incidence du flux sur la surface S et ω l'angle solide considéré.

ELECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Edouard Belin* (prés. par M. Maurice Leblanc). **Sur la transmission télégraphique des photographies, dessins et écritures.**

On utilise, au départ, le relief d'épreuves photographiques à la gélatine bichromatée, ce qui permet de faire varier la résistance dans le circuit. A l'arrivée, on enregistre les variations d'intensité du courant avec un oscillographe Blondel et le faisceau lumineux inscrit, le long d'une hélice identique à celle que décrit la pointe exploratrice de transmission, sur une pellicule sensible, l'image à enregistrer.

Voici les principales expériences réalisées par ce procédé : 1° Transmission de textes et photographies, le 14 novembre 1920, entre New-York et Saint-Louis ; 2° transmission d'empreintes digitales de signalements et de clichés anthropométriques, en août 1921, entre Lyon et Paris ; 3° Transmission de textes chinois et japonais, dont les caractères extrêmement nombreux ne se prêtent pas à la transmission télégraphique ordinaire. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Claude* (prés. par M. d'Arsonval). **Sur l'élimination de la chaleur de réaction dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions.**

L'auteur avait montré que le chauffage préalable par des échangeurs donnait une réaction produisant un tel dégagement de chaleur que celle-ci compromettait la solidité des tubes de fer et provoquait des explosions. On fait arriver les gaz froids sur le catalyseur et on s'arrange de telle sorte que la chaleur dégagée par la réaction est aussitôt absorbée en chaque point du tube. Le catalyseur peut être conservé pendant 200 ou 300 heures. Le dispositif mis en service permet l'emploi de pressions de 1000 atmosphères ; et il est inutile de chauffer au préalable, comme cela doit avoir lieu lorsqu'on opère à des pressions inférieures.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Chaudron* et *G. Juge-Boizard* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur le dosage du soufre dans les pyrites de fer.**

La pyrite, pulvérisée et tamisée au 120, est attaquée par l'eau régale. Si la réaction se fait à froid, il n'y a pas de séparation de soufre, mais l'oxydation à 15° est totale en moins de 12 heures.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. de Pommereau* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur la réduction du benzoate d'éthyle et de quelques autres composés benzéniques par le sodium et l'alcool absolu.**

Poursuivant l'étude de cette méthode, l'auteur montre que dans la réduction de beaucoup de composés benzéniques, seuls, les noyaux auxquels est directement attaché un groupement carboxyle, sont facilement réduits. Avec le benzoate d'éthyle, on a l'acide hexahydrobenzoïque et l'alcool tétra hydrobenzylique.

— *M. Sommelet* et *J. Guioth* (prés. par M. Béhal). **Hydrogénation formique des sels quaternaires d'hexaméthylénetétramine.**

Si l'on chauffe un mélange d'acide formique et de chlorobenzylate d'hexaméthylénetétramine, il se produit un dégagement de CO^2 et on obtient, par hydrogénation, le N-diméthylbenzylamine. Il se forme en même

temps du NH^3 et de la méthylamine. Cette réaction permet la préparation des amines tertiaires diméthylées à l'azote. A. RIGAUT.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *André Allix* (prés. par M. Barrois). **Observations sur la sculpture du relief par les glaces.**

De sa précédente Note, l'auteur tire aujourd'hui un certain nombre de déductions relatives au travail du glacier et à sa rapidité d'action. En ce qui concerne la zone choisie du Glacier Blanc, M. Allix est amené à penser que la friction est incapable de donner à la roche autre chose que le *poli glaciaire* traditionnel. Sous cette forme, le glacier agit comme une meule-émeri pour polir les formes, mais ces formes ont été d'abord dégrossies, rabotées et sculptées par les actions gélives, c'est-à-dire par la corrosion sous-glaciaire.

Les formes vieilles du relief glaciaire, dans un massif donné, se trouvent d'autant plus vastes et d'autant mieux conservées qu'on s'abaisse davantage vers la périphérie du massif ; les reliefs sont, malgré leur hauteur croissante, d'autant plus jeunes qu'on se rapproche du centre.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* et *G. Mangenot* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur la signification de l'appareil réticulaire de Golgi.**

L'appareil de Golgi, tout au moins dans sa forme typique, n'est pas un artifice de préparation, mais bien un constituant morphologique de la cellule. Par leurs recherches, les auteurs se croient autorisés à considérer cet appareil comme superposable au trophosponge de Holmgren et à assimiler ces deux formations à certaines figures de l'évolution des vacuoles.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Georgévitch* (prés. par M. J. Costantin). **L'origine du centrosome et la formation du fuseau chez** *Stypocaulon Scoparium* **(L.) Kütz.**

Dans les cellules apicales de cette Algue marine, le centrosome est d'origine intranucléaire et prend naissance de la masse nucléolaire.

Il se forme un fuseau intranucléaire, d'origine nucléolaire. Les pôles de ce fuseau d'abord n'atteignent pas la membrane du noyau. Sur les pôles tronqués de ce fuseau on voit deux granulations chromophiles de grandeur inégale, autour desquelles apparaît une radiation kinoplasmatique. Ce n'est que plus tard que ce fuseau s'allonge et atteint la membrane du noyau, qui montre une dépression sur le lieu de contact, et sur laquelle se trouvent maintenant les centrosomes bacilliformes.

ZOOLOGIE. — *Mme A. Pruvot* (prés. par M. Joubin). **Sur un type nouveau et remarquable de Gymnosomes (*Laginiopsis* n. g.).**

Il s'agit d'un Gymnosome conformé normalement au point de vue de la forme extérieure et de la plupart des organes internes, mais qui présente, d'autre part, une régression des parties buccales allant jusqu'à la disparition complète de tous les organes préhensiles, et montre dans tout le tube digestif des anomalies remarquables qui ont leur répercussion sur le système nerveux. En se basant sur ces considérations, l'auteur établit pour le genre *Laginiopsis* une cinquième famille de Gymnosomes, les *Laginiopsidæ*. ayant pour caractères : ni radula, ni sacs à crochets, ni mâchoire. 9 ganglions au système nerveux central.

PHYSIOLOGIE. — *F. Maignon* (prés. par M. E. Leclainche). **Utilisation des diastases tissulaires pour la détermination de l'organe dont l'insuffisance fonctionnelle est la cause d'un état pathologique déterminé. Application de cette méthode clinique à l'étude du rôle physiologique de certains organes.**

L'auteur établit que la maladie de Basedow est un syndrôme qui peut relever de causes multiples, dont la détermination est possible par l'emploi des diastases tissulaires, et que les diastases hépatiques donnent des résultats dans le traitement de l'eczéma. Il montre, en outre, que la glande thyroïde possède des fonctions multiples que l'emploi des diastases tissulaires permettra de préciser.

— *J. Benoît* (prés. par M. Widal). **Sur les conditions physiologiques relatives à la parure nuptiale periodique chez les Oiseaux.**

Il existe une corrélation étroite entre l'état de la glande interstitielle testiculaire et l'état de la parure nuptiale. Il n'existe aucune corrélation entre ce même caractère sexuel et la glande séminale intratubulaire.

Puisque les caractères sexuels secondaires se développent alors que la glande séminale est toujours au repos, et alors que la glande interstitielle est en travail sécrétoire, l'auteur se dit en droit d'affirmer que les éléments sexuels n'ont aucune action sur ces mêmes caractères et que tout se passe comme s'ils étaient sous la dépendance de la glande à structure endocrine intertubulaire.

BIOLOGIE. — *Ch. Oberthür* et *C. Houlbert* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Convergence ou variation parallèle dans le genre *Halimede* (*Lépidopt. Satyridæ*)**

Pour deux espèces bien définies, *Hal. asiatica* et *Hal. Menetriesi*, les auteurs ont observé deux schémas de variations parallèles absolument concordants. Les espèces varient, mais il est souvent difficile de fixer l'amplitude des variations ; ici, les limites sont nettes pour chaque série de huit exemplaires, entre les nos 1 et 8.

Les deux thèmes de variations se retrouvent dans les genres *Arge*, *Melanargia* et *Parce*.

— *M.* et *Mme G. Villedieu* (prés. par M. P. Viala). **Contribution à l'étude des bouillies cupriques.**

Toutes les bouillies, en dehors de leur alcalinité ou de leur acidité, peuvent agir par la simple solution des sels adjoints aux sels de cuivre : sulfate de calcium dans les bouillies bordelaises ou sulfate de sodium dans les bouillies bourguignonnes, auxquels viennent s'ajouter les sels déposés par les eaux ayant servi à leur préparation.

Sans le concours problématique du cuivre, ce simple fait, d'ordre connu, suffit donc, disent les auteurs, pour expliquer l'action anticryptogamique de ces bouillies.

— *M. Aron* (prés. par M. Widal). **Sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez les Urodèles.**

En réponse à une Note récente de M. Champy, l'auteur précise les raisons sur lesquelles il s'appuie pour maintenir que les conclusions de ses précédentes Communications sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires des Urodèles demeurent entières.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Nottin* (prés. par M. L. Lindet). **Solubilisation et dégradation diastasique des matières azotées du maïs ; application aux fabriques de levure.**

Les distillateurs de grains cherchent aujourd'hui à augmenter les rendements en levure, au détriment du rendement en alcool, dont la vente n'est plus rémunératrice. Une des conditions essentielles est de produire des moûts riches en matières azotées, solubilisées et dégradées. Grâce au procédé proposé par M. Nottin, qui permet de conserver les enzymes de maïs, on obtient une meilleure utilisation des protéines de cette céréale et une augmentation du rendement en levure pour 100 kgs de grains. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Répertoire de Laboratoires français, par Ch. MAURAIN, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur Honoraire des Recherches scientifiques et Industrielles et des Inventions. In-8° de 55 pages (*Bibliothèque de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*), Librairie de l'Enseignement technique, éditeur, Paris. — Prix : 2 fr.

M. Ch. Maurain présente sous une forme très condensée une documentation établie à la Direction des Recherches et Inventions. Ce fascicule comprend deux répertoires : l'un par Services, l'autre par ordre alphabétique, ce dernier avec de brèves notices indiquant l'objet, le rôle et les attributions des divers laboratoires, le genre des recherches et des essais qui y sont exécutés. S. R.

The fourth dimension, by E. H. NEVILLE, in-16 de 55 pages, Cambridge, at the University Press, 1921.

Cet opuscule a pour objet l'exposé des propriétés vectorielles, pour un espace à quatre dimensions. Ayant établi les relations entre vecteurs parallèles à une multiplicité linéaire (*veclines, vecplanes, vecspaces*), l'auteur généralise, à l'aide de ces notions, les formules ordinaires relatives aux directions et aux angles. Puis, ayant passé en revue les propriétés de la droite, du plan et de l'hyperplan, il étudie la symétrie et les déplacements. A ceux qui veulent entreprendre les études mathématiques, nécessaires pour aborder la théorie de la Relativité, ce livre pourra fournir une introduction et un commencement d'initiation.

G. BOULIGAND.

Guide pratique pour réussir la photographie en couleurs, *développement rationnel des plaques autochromes*, par L. GODEFROY, docteur ès-sciences physiques. 1 vol. 12×18 cm. de 52 pages, 1921. J. Lamarre, éditeur, 4, rue Antoine-Dubois, Paris. — Prix : broché, 3 francs.

Le principal objet de ce petit livre est la description d'un procédé de développement des plaques autochromes, exécuté à l'aide de deux bains successifs, le premier à l'acide pyrogallique et le second à la métoquinone. L'emploi judicieux de ces deux révélateurs permet de tirer le meilleur parti de l'image latente et de corriger, dans une certaine mesure, les erreurs de pose. Les autres opérations sont celles qui sont déjà décrites dans les formulaires. Quelques indications sont ensuite données sur diverses causes d'insuccès; cette partie de l'ouvrage aurait gagné, semble-t-il, à être un peu plus étendue, et nous ne partageons pas l'avis de l'auteur, lorsqu'il affirme (p. 36) qu'il n'y a point de remède aux dominantes colorées : le moyen de corriger ces dominantes a été, en effet, indiqué dans la *Revue Scientifique* (22 septembre 1917, p. 564). Un dernier chapitre donne la formule d'un bain de développement à l'hydroquinone et à la métoquinone pour la photographie en noir, révélateur dit universel, pour clichés, diapositifs et papiers, puis une étude sur les photomètres et le calcul des temps de pose. E. C.

Le secret du temps de pose ; *secret de la réussite et des possibilités artistiques en photographie*, par E. PITOIS, ancien élève de l'Ecole polytechnique. Un vol. in. 8°(14×21 cm.) de 102 pages, avec 8 figures dans le texte et 8 planches hors texte, d'après les photographies de l'auteur. 1921. Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris. — Prix : broché, 10 francs.

Il faut savoir gré à M. Pitois d'avoir résolument abordé l'étude de la question, si complexe, de la détermination du temps de pose, en photographie, et de n'en avoir point dissimulé les difficultés, car c'est de là que proviennent la plupart des insuccès. Au lieu des données simplifiées que fournissent certains manuels, il n'a pas craint de tirer de l'ombre, où beaucoup d'auteurs préfèrent les laisser, quantité de facteurs dont l'influence sur le temps de pose est loin d'être négligeable, et, à l'encontre des prospectus qui affirment qu'il suffit de « presser un bouton » pour réussir, il a osé dire aux amateurs qu'ils n'arriveraient à rien, s'ils ne veulent se donner un peu de peine. Nous craignons, malheureusement, que ce soit là prêcher dans le désert, car la photographie d'amateur ne doit actuellement sa vogue qu'à l'extrême simplification des procédés, et d'ailleurs les conditions dans lesquelles opèrent, le plus souvent, les professionnels eux-mêmes, excluent tout calcul, sinon toute réflexion. On ne voit pas bien, par exemple, le reporter analyser le tableau qui s'offre soudain à la portée de son objectif, tenir compte de la hauteur du soleil sur l'horizon, de la nature des nuages, de la transparence de l'atmosphère, de l'intensité et de la couleur des reflets, de la qualité des verdures, etc., etc. En revanche, l'opérateur qui fait des reproductions, celui qui prépare à loisir l'exécution d'un portrait ou d'un paysage, auront tout à gagner à l'étude attentive de l'ouvrage de M. Pitois, qui joint à de savantes considérations théoriques de très utiles conseils. E. C.

Carte géologique provisoire du Maroc, par Louis GENTIL, professeur à la Sorbonne, publiée par ordre de M. le Maréchal Lyautey, Résident Général de la République Française au Maroc. Larose, éditeur, Paris.

M. Louis Gentil vient de faire paraître une nouvelle carte géologique du Maroc, à l'échelle du 1 : 1.500.000°, qui marque une date décisive dans nos connaissances sur l'Empire chérifien.

C'est d'ailleurs à l'auteur de la nouvelle publication que toutes les grandes étapes de l'exploration scientifique du Maroc doivent d'avoir été franchies. Il n'est pas nécessaire de rappeler ici que M. Gentil a commencé ses recherches dans ce pays dès 1904, c'est-à-dire bien avant l'occupation française, et qu'il les a poursuivies sans relâche jusqu'en 1920. Il a parcouru ou abordé presque toutes les régions de l'empire chérifien, et a rapporté de ses nombreux voyages tantôt de grands itinéraires dressés avec le plus grand soin, tantôt de véritables levés détaillés.

La nouvelle carte a donc ceci de remarquable qu'elle résume, dans sa plus grande partie, l'œuvre personnelle de l'auteur sur le terrain. La connaissance du pays ainsi acquise a permis en outre à M. Gentil d'utiliser, avec une compétence critique toute spéciale, les observations d'autres géologues pour les régions qu'il n'a pas parcourues lui-même. Il s'est notamment servi de certains levés de M. Brives pour le Haut-Atlas occidental et de M. le Dr Russo pour la région de Khenifra. Il a également utilisé les remarquables observations de l'ingénieur Beaugé dans le Moyen-Atlas et les excellents travaux du regretté G. A. Flamand pour l'Extrême-Sud oranais.

La valeur d'une carte géologique est largement subordonnée à celle de la carte topographique dont on dispose. Or les cartes générales géographiques du Maroc sont toutes ou bien périmées ou très insuffisantes. Une des qualités essentielles du travail que M. Gentil vient de publier découle de ce que l'auteur en a établi lui-même le fond topographique. A l'aide de tous les documents dont il a pu disposer et grâce à ses itinéraires personnels, il a dressé, en collaboration avec l'excellent cartographe de l'éditeur Larose, M. Bergelin, une carte géographique qui constitue par elle-même un document original, où les grands traits du relief marocain sont figurés avec une précision et une clarté toutes nouvelles (1).

Ainsi établie, la carte géologique du Maroc au 1 : 1.500.000e représente un progrès considérable par rapport à la carte géologique au 1 : 2.500.000e précédemment publiée par l'auteur en 1912. Elle la dépasse largement en précision stratigraphique et met en pleine lumière les grandes lignes structurales du pays, déjà fort bien esquissées sur l'ancienne publication.

Le système orographique de l'Atlas plissé y apparaît nettement divisé en ses individualités propres : le Moyen-Atlas, le Haut-Atlas, en grande partie encore inexploré, et l'Anti-Atlas qui se raccorde avec le Haut-Atlas par le Djebel Siroua, énorme volcan édifié aux temps tertiaires et dont la découverte par M. Gentil, en 1905, constitue un audacieux record dans l'exploration géologique du Maroc.

A l'ouest et au nord-ouest de ce système orographique axial, se détache la région de la « Meseta marocaine », grande plate-forme hercynienne arrasée, qui a servi de soubassement aux dépôts des mers crétacées, restés dans leur ensemble tabulaires. Ces dépôts couvrent une vaste surface de la partie méridionale de la *Meseta*, et c'est dans cette région que se trouvent les grandes zones phosphatées. Celles-ci, depuis longtemps déjà, ont été considérées par M. Gentil comme d'âge crétacé, ce qui les différencie des phosphates éocènes de l'Algérie orientale et de la Tunisie. M. Gentil, récemment, vient de déterminer l'extension stratigraphique exacte de ces phosphates marocains (2), qui débutent dans le Maëstrichtien pour s'élever jusque dans le Montien, à l'extrême base du Nummulitique. C'est ce qui explique que, par un scrupule d'exactitude, les zones phosphatées aient été figurées sous la teinte du Crétacé supérieur barrée par celle du Paléogène.

L'extension des dépôts néogènes montre bien l'existence et la valeur réelle du détroit sud-rifain, qui a assuré la communication de l'Atlantique avec la Méditerranée à une époque géologique où le détroit de Gibraltar n'existait pas encore. Ces dépôts sont très réduits en largeur dans la région de Taza, car ils sont en grande partie masqués par le chevauchement vers le sud des terrains éocènes du Rif.

Les contours de la partie méridionale et occidentale du Rif sont à cet égard particulièrement instructifs : ils indiquent clairement le charriage de la bordure rifaine vers le sud et le sud-ouest au-dessus des terrains néogènes du détroit sud-rifain et du R'arb. Ces phénomènes de recouvrement ressortent bien de l'allure sinueuse du front actuel de la nappe éocène, qu'accompagnent à la base des lambeaux de poussée triasiques. De véritables *fenêtres*, creusées par l'érosion dans la nappe, laissent apparaître le néogène sous-jacent et sont figurées de manière exacte et expressive.

Cette partie de la nouvelle carte, qui résume les explorations les plus récentes de M. Gentil, permet d'entrevoir la structure générale de l'arc rifain, bien que l'intérieur de ce système orographique soit encore inexploré. Il forme, avec l'arc bétique, un trait d'union tectonique entre le Maroc et la péninsule ibérique ; l'ouverture du détroit de Gibraltar n'a fait qu'échancrer un vaste ensemble que l'on peut appeler l'arc bético-rifain, caractérisé par des plissements énergiques d'âge néogène, avec déversements vers la zone externe, ici sur le R'arb et le détroit sud-rifain, là vers l'Andalousie.

Je ne parlerai pas de la région située au sud et au sud-est du Haut-Atlas qui est presqu'entièrement figurée comme hypothétique. On remarquera d'ailleurs que l'auteur, évitant d'éblouir le lecteur, a eu soin de séparer strictement, par un figuré spécial, ce qui est réellement observé de ce qui n'est qu'hypothèse.

Si la nouvelle carte géologique de M. Louis Gentil constitue en effet un très grand progrès, elle n'en reste pas moins avant tout une œuvre de haute probité scientifique. Elle est certainement, en l'état actuel de nos connaissances, le meilleur document géologique que l'on puisse avoir sur l'empire chérifien, mais ce document est loin d'être définitif. La lecture de cette carte est en effet tout aussi intéressante par les problèmes qu'elle pose que par ceux qu'elle résout : le Maroc offre donc encore aux géologues un très vaste champ d'études. Il y a là, certes, de l'espace pour beaucoup de jeunes et de nouveaux venus ; mais l'on peut espérer, que les circonstances permettront à M. Gentil d'y conserver la place qu'il a d'ores et déjà conquise par son mérite, je veux dire la première.

Léon Lutaud.

La Géologie mise à la portée de tous, par MM. R. d'Andrimont, C. Fraipont et R. Anthoine. In-8° de 218 pages avec 178 figures. G. Bothy, éditeur, Bruxelles.

Ce petit livre résume le meilleur de l'enseignement si pratique donné à Liège par le Professeur Lohest, que le Gouvernement français vient d'élever à la dignité d'officier de la Légion d'Honneur. Il sera certainement très apprécié. Il comporte, dans un style précis et rapide, d'abord quelques données générales sur la formation de l'écorce terrestre (Sédimentation, Tectonique, dépôts éoliens et alluvions ; âge des terrains ; levé et lecture des cartes géologiques ; roches éruptives, gîtes filoniens), puis un exposé des phénomènes de désagrégation de l'écorce terrestre (action de l'atmosphère, des êtres vivants, de l'eau), enfin, une description géologique sommaire de la Belgique. — On y trouve en annexe, quelques éléments d'hydrologie.

Les 178 figures qui l'illustrent sont un peu grossières, mais très claires et très parlantes.

« Ce n'est pas en apprenant ce livre, disent les auteurs dans leur préface, que le lecteur deviendra « géologue ; mais nous pensons qu'il y trouvera les « bases suffisantes pour le devenir, et qu'il lui permettra de lire et d'interpréter une carte et une « coupe géologique ».

Ce petit livre aura un grand succès auprès de tous

(1) Ce canevas oro-hydrographique servira également à l'établissement d'une carte géographique générale qui paraîtra prochainement.

(2) Louis Gentil. Sur l'âge des phosphates marocains, *C. R. Ac. Sc.* t. 174, p. 42, 3 janvier 1922.

ceux qui cherchent à se rendre compte des méthodes géologiques et qui désirent les utiliser pratiquement.

P. L.

Géologie agricole du département de l'Oise, par Pierre Waguet, professeur à l'Institut agricole de Beauvais. In-8° de 106 pages avec 2 pl., 5 coupes et 1 carte. Institut agricole de Beauvais.

Ce petit ouvrage soigneusement édité qui, par son plan de rédaction, rappelle une thèse d'élève de Beauvais, constitue une intéressante application des études géologiques à l'agriculture et à l'industrie d'une région. Les notions de géologie qu'il contient, visiblement voulues sommaires, en ce qui concerne la science pure, sont au contraire traitées avec une précision incontestable dans la description des assises spéciales à la région. A ce point de vue, cet opuscule peut rendre d'utiles services pour les études locales. D'autre part, l'auteur s'est efforcé d'établir la jonction entre la géologie et l'agriculture, et de démontrer que la géologie doit rester à la base de l'agronomie. L. R.

Le mouvement biologique en Europe, par Georges Bohn. Un in-18 de 144 pages. Armand Colin, édit., Paris, 1921. Prix : 4 francs.

Chargé, en 1913, par le Ministère de l'Instruction publique, de visiter en Autriche, en Allemagne et en Russie, les centres les plus actifs des recherches biologiques, M. Bohn a réuni, dans ce petit volume, les observations et les réflexions sur ce qu'il a vu au cours de son voyage d'études. Il rend compte des travaux poursuivis dans les laboratoires de biologie, à Strasbourg, Munich, Wurzbourg, Berlin, Cracovie, à la Station du Prater à Vienne, au laboratoire de Pavlov à Saint-Pétersbourg... Il montre de quelle façon sont et devraient être abordés les divers problèmes biologiques, cherche à dégager les nouvelles tendances en biologie et met en garde contre la division excessive du travail, la spécialisation, la surproduction, si en faveur dans certains milieux. Il insiste en particulier sur les relations entre les activités scientifique, artistique et sociale, sur les connexions entre les divers domaines de la pensée. Le chapitre intitulé : Organisation et individualisme, est très suggestif à cet égard : l'auteur aspire à la coopération des individualités libres, à une sorte d'internationale de l'esprit.

A. Drz

Le travail dans l'Europe chrétienne au Moyen-Age (v^e^-xv^e^ siècles), par P. Boissonnade, Professeur à l'Université de Poitiers, correspondant de l'Institut. In-8° de 431 pages, avec 15 gravures (Collection de l'*Histoire universelle du Travail*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Ce nouveau volume de l'*Histoire universelle du travail*, écrit par le spécialiste très érudit qu'est M. Boissonnade, donne une idée exacte de la régression de la civilisation résultant des invasions germaniques qui détruisirent la remarquable organisation créée par les Romains. Ceux-ci avaient poussé trop loin le système administratif, machine compliquée dont l'arrêt d'un seul rouage paralysait tous les autres. Avec M. Boissonnade nous suivons pas à pas la marche des envahisseurs dans leur œuvre de destruction, nous voyons sombrer tour à tour l'industrie, le commerce, l'agriculture ; nous assistons à la mort d'une société que sa puissance sans cesse grandissante avait éblouie au point de se croire indestructible.

Mais, peu à peu, sur ces ruines, le travail renaît, une organisation complètement nouvelle apparaît avec la féodalité, l'économie urbaine se substitue à l'économie domaniale et du XI^e^ au XIV^e^ siècle nous voyons se produire un superbe essor économique qui conduit les populations urbaines et rurales à la liberté, à la propriété et à l'aisance matérielle, éléments dont est sortie l'influence sociale du peuple.

L'auteur expose, dans de belles pages, les révolutions ouvrières et paysannes qui se produisirent au XIV^e^ siècle et d'où découlèrent les premières manifestations du capitalisme et de l'économie nationale qui ont préparé l'avènement du régime moderne. L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Thomas Bayley. — A pocket book for chemists. Chemical manufacturers, metallurgists, dyers, distillers, brewers sugar refiners, photographens students, etc. 8^e^ édit. In-16 de 419 pages. Spon, éditeur, Londres. — Prix : 6 shillings.

C. Davies Sherborn. — Index animalium sive index nominum quæ ab. a. d. MDCCLVIII generibus et speciebus animalium imposita sunt. In-8°. British Museum, éditeur. Londres. — Prix : 30 shillings.

Edouard Salin. — Le cimetière barbare de Lezéville. Mobilier funéraire et art décoratif francs d'après les fouilles exécutées par Edouard Salin. In-4° de 146 p. avec 29 figures et 16 planches dont 8 en couleurs. Berger-Levrault, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Syria. — Revue d'art oriental et d'archéologie. 4 fasc. 1921. In-4° avec figures et 13 planches. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix : 80 francs par an.

R. A. S. Macalister. — A text book of european archaeology. T. I. The paleolithic period. In-8° de 610 pages avc 183 figures. Cambridge university press. — Prix : 50 shillings.

Revue métapsychique. — Bulletin de l'Institut métapsychique international, n° 8, novembre-décembre 1921. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs par an.

Roger Picard. — Le contrôle ouvrier sur la gestion des entreprises. In-8° de 280 pages. Rivière, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

Paul Janet. — Problèmes et exercices d'électricité générale. In-8° de 255 pages avec 91 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris — Prix : 15 francs.

Sir J. Mackenzie. — L'avenir de la médecine. Traduit par le Dr F. Françon. In-8° avec 28 figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

L. de Launay. — Traité de géologie et de minéralogie appliqué à l'art de l'ingénieur. In-8° de 418 pages avec 288 figures. (Encyclopédie de Génie civil). Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Ch. Maurain. — Répertoires de laboratoires français. In-8° de 55 pages. Librairie de l'enseignement technique, éditeur, Paris. — Prix : 2 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 7 — 60e ANNÉE — 8 AVRIL 1922

LES ÉLECTRONS (1)

C'est pour répondre au désir exprimé par votre Conseil, que je vais vous entretenir, ce soir, des électrons.

Sans cette explication, vous pourriez être étonnés de me voir aborder un aussi vaste sujet, que sir Oliver Lodge et d'autres ont traité, ici, en de nombreuses occasions. Je m'imposerai naturellement certaines limites et je ne vous parlerai principalement que de deux ordres de recherches récentes ayant trait, les unes au rôle joué par l'électron dans les phénomènes de radiation et les autres, à son intervention dans la structure atomique. Mais, tout d'abord, je me permettrai de vous rappeler quelques faits généraux.

Au cours de ces dernières années, les résultats de la recherche expérimentale sur les propriétés des électrons se sont accumulés avec une extraordinaire rapidité. Au fur et à mesure que la science se développe, l'importance du rôle de l'électron dans le mécanisme du monde devient de jour en jour plus évidente. Nous avons toutes chances de croire que le progrès suit un chemin orienté réellement vers un certain but ; nous découvrirons constamment que, grâce à une certaine action électronique, des phénomènes entre lesquels nous n'avions jusqu'alors aperçu aucune parenté sont liés l'un à l'autre. La précision pénètre nos hypothèses et nous sommes devenus capables d'exprimer, quantitativement et avec confiance, des lois et des relations au sujet desquelles nous n'avions que de vagues idées. Une fois réalisée, chaque expérience en suggère d'autres pleines de promesses. Une vie nouvelle anime dans toutes ses parties le monde de la physique expérimentale et on a le sentiment intime qu'après une période d'hésitation, le torrent de la découverte se déchaîne à nouveau. J'espère qu'on me permettra d'affirmer que lorsque une découverte est faite dans le domaine de la physique, toutes les autres sciences naturelles en reçoivent, tôt ou tard, une impulsion nouvelle.

Pendant que nos connaissances s'enrichissent par l'expérience, la théorie est aussi très active. Les essais tentés en vue de coordonner les récentes acquisitions sont d'un intérêt singulier, à cause de leur hardiesse, de leur largeur de vue et de leur puissance, à cause de leur fécondité de prévision et non moins peut-être aussi à cause de leurs apparentes contradictions.

En conséquence, donc, une longue série de conférences pourrait être consacrée au sujet des électrons et c'est, en effet, ce que font nos universités. Mais, votre Conseil m'a demandé de me limiter -- et je vous assure que je suis très heureux de la restriction — à la brève description des caractères principaux d'une grande recherche et à l'indication de la voie dans laquelle elle se poursuit.

En ce qui concerne l'électron, sa position sera plus facilement appréciée si l'on remarque son

(1) Conférence faite, devant *The Institution of Electrical Engineers (The Twelfth Kelvin Lecture)*, le 13 janvier 1921, *(Journ. of the Inst. of Elec. Engi.*, vol. 59, n° 297, janvier 1921).

étroite analogie avec l'ancien état de choses qui existait au moment où la théorie atomique de la matière fut clairement définie. De même que la chimie a grandi et prospéré dès qu'elle eut reconnu l'atôme, ou unité de matière ; ainsi, la science électrique a immédiatement connu une vie nouvelle et, semble-t-il, plus vigoureuse, à la suite de la compréhension de l'unité naturelle d'électricité. Les divers atomes de matière sont nombreux, près d'une centaine peuvent être distingués, grâce à leurs réactions chimiques différentes ; mais le nombre des espèces différentes d'atomes électriques est beaucoup plus limité. Depuis quelques années, nous connaissons avec certitude l'existence de l'électron, unité naturelle d'électricité négative. Plus récemment, les travaux de Rutherford et d'Aston montrent que le noyau de l'atome d'hydrogène doit être regardé comme son symétrique positif.

Si le chimiste a retiré un grand profit de sa connaissance du fait que la nature a exactement un certain nombre de manières et pas davantage de réaliser des particules de matière, l'électricien sera favorisé au même degré quand il saisira bien ce fait que l'électricité n'est pas seulement mesurable en quantité, mais que la nature en a choisi une unité et probablement une seule unité. Nous pouvons dire, en toute justice, que les plus merveilleux progrès de la physique moderne sont la récompense de l'attention que nous avons portée à cette vérité et nous pouvons espérer, tout aussi légitimement, que nous sommes encore loin d'en avoir recueilli tous les fruits.

La première idée du caractère atomique de la charge électrique dérive, ainsi qu'on le sait, des lois expérimentales de l'électrolyse. Puisque le mouvement des atômes ou groupements d'atomes, c'est-à-dire des ions, dans la cellule électrolytique, s'accompagne, simultanément, d'un transport d'électricité dans lequel chaque ion, quelle que soit sa nature, porte toujours la même charge ou, au moins, un multiple simple de celle-ci, il est clairement évident que cette division de l'électricité en parcelles de constante grandeur implique l'existence de quelque unité naturelle de charge. Aucun progrès, cependant, ne fut ou ne put être réalisé aussi longtemps que la charge apparut liée à un ion : car, il n'était nullement évident qu'elle pourrait jamais assumer une existence indépendante. Dans la longue série de recherches qui aboutirent finalement à l'isolement de l'électron et à la détermination de ses propriétés, il en est certaines qui marquent des étapes définies dans le progrès accompli. Crookes étudia la décharge électrique dans les tubes vidés d'air jusqu'à un degré élevé, grâce aux nouvelles pompes à gaz qu'il avait réussi à fabriquer ; et il observa les rayons cathodiques, émis par l'électrode négative. Il montra que ces rayons possédaient les propriétés prévues pour un essaim de particules lancées dans le tube et transportant de l'électricité négative ; car, d'une part elles échauffaient les corps qu'elles frappaient, et, d'autre part, elles subissaient une déviation en traversant un champ magnétique. Crookes parla à ce propos, d'un quatrième état de la matière et il défendit sa manière de voir contre l'hypothèse opposée, soutenue principalement sur le Continent et suivant laquelle le courant cathodique était constitué par des ondes électromagnétiques d'une forme ou d'une autre. Hertz montra que les rayons pouvaient traverser des feuilles minces de matière, telles qu'une feuille d'aluminium et Lénard utilisa cette propriété pour concentrer ces rayons hors du tube et manifester leurs effets dans l'air extérieur.

Les dernières années du siècle dernier virent les expériences capitales de Wiechert, de Thomson et de nombreux autres expérimentateurs bien connus, qui ont pesé l'électron, mesuré sa charge et montré qu'il était unique et toujours identique à lui-même bien qu'il soit rencontré partout et dans tous les corps. Depuis lors, ces mesures ont été répétées maintes fois avec une habileté et une compréhension sans cesse croissantes. Elles ont sans doute atteint, actuellement, leur point culminant dans les expériences de Millikan, à Chicago, qui trouve pour la valeur de la charge de l'électron, en unités électromagnétiques :

$$e = 1{,}591 \times 10^{-20} \text{ U.E.M.}$$

la masse étant :

$$m = 0{,}900 \times 10^{-27} \text{ gramme,}$$

soit 1/1850 de la masse de l'atome d'hydrogène.

Nous réalisons ainsi, finalement, une comparaison exacte de ces unités uniques et fondamentales de la nature avec les unités que nous avons nous-mêmes choisies pour notre commodité et, naturellement, sans avoir tenu aucun compte des premières. Nous déduisons, d'expériences telles que celles de Kaufmann et Bucherer, que l'énergie de l'électron en mouvement peut être considérée comme étant entièrement sous forme d'énergie électromagnétique, celle-ci accompagnant nécessairement le mouvement d'une charge électrique, et que, de cette façon, la masse se trouve complètement expliquée. Mais cette conclusion impose une limite à la gran-

deur de l'électron, et nous devons admettre que son rayon, s'il est sphérique, est très petit auprès de celui d'un atome quelconque. En outre, au fur et à mesure que la vitesse de l'électron approche de celle de la lumière, sa masse augmente, d'abord imperceptiblement, mais, à la fin, très rapidement.

Nous pouvons nous demander pourquoi ces mesures de la charge et de la masse n'avaient jamais été faites auparavant. L'électron est partout. Tout transport d'électricité d'un point à un autre consiste toujours en un transport d'électrons. Le courant électrique est un violent courant d'électrons. Par leur fonctionnement, toutes nos machines électriques les mettent en mouvement, leur communiquent de l'énergie ou leur en empruntent. Dans les phénomènes d'électrolyse, les électrons sont transmis par un va et vient continuel. Partout on les voit intervenir ; pourquoi donc n'avons-nous pu, jusqu'à présent, oberver leurs propriétés qu'on exprime, aujourd'hui, d'une manière si simple ?

A cette question, la réponse est que, jusqu'à une date toute récente, nous n'avions jamais pu communiquer aux électrons un mouvement assez rapide dans des espaces suffisamment vides d'air ou d'autres gaz. Ce n'est que lorsque l'électron possède une vitesse assez grande qu'il peut éviter d'être absorbé par les atomes qu'il rencontre continuellement. A moins que sa vitesse ne soit supérieure à un trois-centième de celle de la lumière, c'est-à-dire acquise par une chute de potentiel de quelques volts, l'électron pénètre dans le premier atome qu'il frappe ; et même avec une vitesse dix fois plus grande, il ne peut franchir qu'une fraction de millimètre dans l'air à la pression ordinaire, avant de perdre sa vitesse et, par conséquent, son pouvoir de traverser les atomes. Lorsque Crookes put voir pour la première fois le faisceau de rayons cathodiques, c'est parce qu'il avait réduit le nombre des molécules gazeuses dans son ampoule à un tel degré qu'un électron pouvait voler en ligne droite d'une extrémité à l'autre de l'ampoule sans avoir à traverser plus de cent atomes ou environ et que la bobine d'induction lui avait donné une vitesse tout à fait suffisante pour passer à travers ces atomes, quelle que soit leur nature, sans subir aucune déviation. Incidemment, nous sommes tout naturellement conduits à penser que, pour être traversé de cette manière, l'atome doit être quelque chose où le vide est très grand.

On a découvert que des électrons animés d'un mouvement encore plus rapide que ceux du tube à décharges constituent une partie du rayonnement des substances radioactives. Certains rayons β possèdent des vitesses presque égales à celle de la lumière et peuvent traverser des millions d'atomes avant d'épuiser leur énergie. Dans l'air libre, la longueur du parcours d'un rayon β peut être de plusieurs mètres ; mais, par suite des chocs avec les atomes traversés, il est généralement brisé suivant une trajectoire remplie d'angles et d'irrégularités.

C'est sa vitesse qui confère à l'électron en mouvement une existence séparée et c'est elle aussi qui le révèle à nous. Car, dans son parcours, un électron chasse, ici et là, un autre électron d'un atome qu'il traverse et laisse ainsi derrière lui une séparation des électricités de signes contraires, qui peut ensuite influencer l'action chimique comme dans le cas de l'écran phosphorescent ou de la plaque photographique ou créer un courant dans une chambre d'ionisation. Nous ne savons pas exactement comment s'effectue cet enlèvement d'électrons, ni pourquoi certains atomes abandonnent plus facilement des électrons que d'autres, de sorte que l'électron en mouvement perd moins d'énergie quand il les traverse ; il règne encore beaucoup d'obscurité dans tout ce phénomène. Mais il nous offre un moyen facile d'observation, sans lequel, en vérité, notre connaissance de l'électron serait beaucoup moins avancée qu'elle ne l'est.

Ceux des électrons qui nous sont ainsi rendus perceptibles, grâce à leur vitesse, ne constituent qu'une minime fraction du nombre total qui existe. On les trouve dans tous les corps et dans chacun des atomes de chaque corps. Ils forment l'un des éléments constitutifs de l'atome et c'est l'un des buts les plus immédiats que poursuit la science présente, de découvrir de quelle manière ils entrent dans la structure atomique. Dans tout atome, il y a un certain groupe d'électrons dont l'un peut être soustrait au prix d'une dépense d'énergie de l'ordre de 10^{-11} ergs. Le potentiel d'où un électron doit tomber pour acquérir cette énergie est de l'ordre de quelques volts. A l'intérieur de l'atome, il y a d'autres électrons qu'il est beaucoup plus difficile d'enlever. D'autre part, certains atomes, ceux, par exemple, d'un métal à l'état solide ou liquide, possèdent un ou plusieurs électrons qui leur sont très lâchement attachés et qu'on peut, en conséquence, enlever, avec très peu de peine. Un bloc de métal pur est rempli de ces électrons à liaisons lâches, de sorte que, si l'on établit, dans ce métal, une différence de potentiel électrique, il s'y produit un courant d'électrons ou

courant électrique. On dit que le métal « conduit ». A des températures suffisamment élevées, tous les corps deviennent conducteurs ; nous devons admettre que sous la violence de l'agitation thermique, les électrons rompent les liens qui les attachent aux atomes, même lorsque, à basse température, ces liens ne peuvent ordinairement pas être brisés. En outre, à haute température, les électrons acquièrent des vitesses élevées, du fait de leur agitation et de la part qu'ils prennent au partage de l'énergie calorifique. A la surface du corps chaud, les électrons peuvent s'échapper, c'est l' « émission thermionique » étudiée par O. W. Richardson. Ce dégagement d'électrons à la surface d'un corps incandescent est tellement intense que, si la surface qui en est le siège est portée à un potentiel négatif relativement aux corps voisins, il se produit un courant de décharge qui, en certains cas, est mesurable en ampères. Naturellement, un semblable courant ne peut se propager que dans un seul sens : négativement à partir du corps chaud, ou positivement vers lui. Nous avons là le principe fondamental de la « soupape » et c'est également ce phénomène que Coolidge utilise pour lancer des électrons contre l'anti-cathode de l'ampoule à rayons X qu'il a imaginée. Ces applications nous montrent déjà l'adaptation de nos nouvelles connaissances sur les électrons à des appareils d'un usage très important pour l'humanité.

Pénétrons, maintenant, un peu plus avant dans notre sujet, nous entrons alors dans certaines régions vraiment fascinantes et qui sont encore en plein travail d'exploration. Dans l'un de ces domaines, nous sommes en présence de la très remarquable relation découverte entre les électrons en mouvement et les ondes électromagnétiques. Les premiers, semble-t-il, impliquent toujours les secondes et l'action obéit à certaines lois numériques précises.

Prenons, comme exemple, la production de rayons X dans une ampoule de Coolidge. En portant à haute température une spirale de fil fin de tungstène, on provoque, à la cathode, une émission intense d'électrons. Sous l'influence d'une différence de potentiel très élevée maintenue entre la cathode et l'anti-cathode, par des moyens appropriés, ces électrons se précipitent sur l'anti-cathode, chacun d'eux possédant une énergie égale au produit de sa charge par la différence de potentiel appliquée. Aux points où frappent les électrons, une partie de leur énergie est convertie en ondes électromagnétiques de très haute fréquence, qui sont les rayons X. Supposons que nous puissions mesurer l'énergie communiquée à chaque électron — mesure délicate avec les dispositifs ordinaires, mais très facile si, comme dans certaines expériences de Duane et Hunt, à l'Université Harvard, la différence de potentiel est fournie par une grande batterie d'accumulateurs de 40.000 volts. Supposons, en outre, que nous analysions, à l'aide du spectromètre à rayons X, les rayons X émis par l'anticathode. Nous observerons que les fréquences de ces rayons peuvent avoir des valeurs comprises entre de larges limites, mais que la limite supérieure des fréquences est toujours proportionnelle à l'énergie de l'électron et, par conséquent, à la différence de potentiel imposée à l'ampoule. Le rapport reste constant, quelle

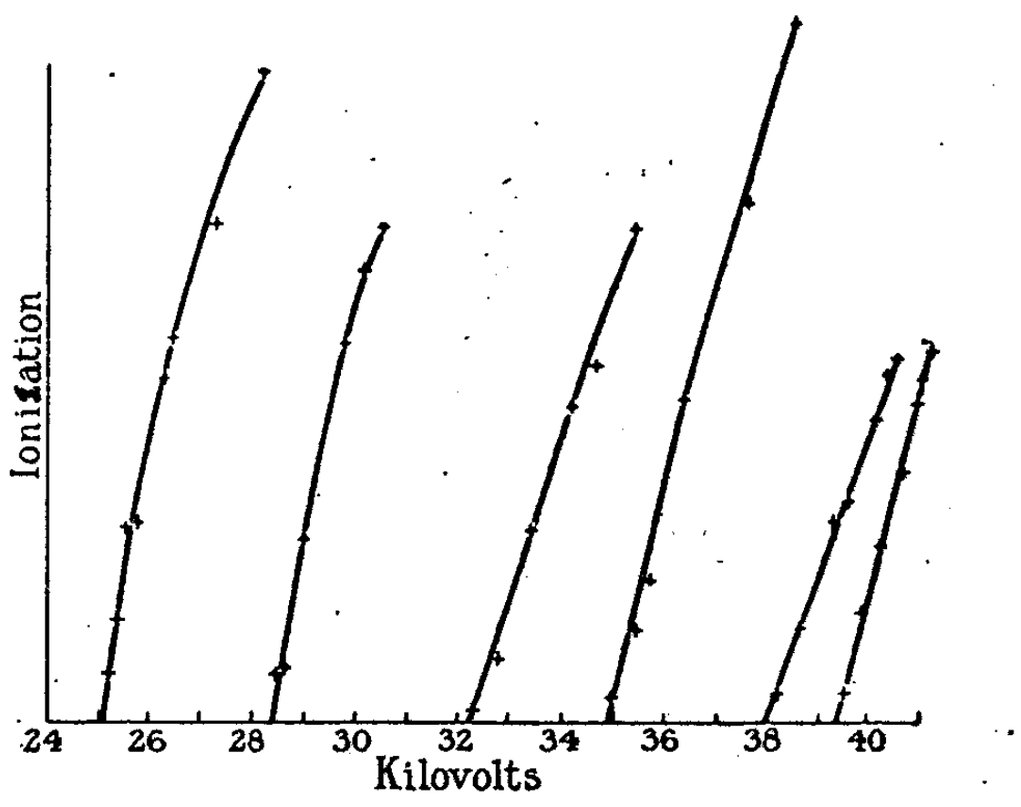


Fig. 25. — Chaque courbe représente l'accroissement de l'intensité des rayons X d'une certaine longueur d'onde en fonction de la différence de potentiel appliquée au tube. Les longueurs d'onde sont, de gauche à droite, 0,488 ; 0,424 ; 0,377 ; 0,345 ; 0,318 ; 0,308 unités Angström (10^{-8} cm.).
(Duane et Hunt, *Physical Review*, 1915, p. 166).

que soit l'intensité du courant électronique et quelle que soit la nature de l'anticathode. Ce rapport entre l'énergie de l'électron et la fréquence maxima est un nombre qu'on a déjà rencontré antérieurement, dans les cas où l'énergie radiante a pu être mesurée : c'est la constante h de Planck, dont la valeur est $6{,}55 \times 10^{-27}$ en unités C. G. S. Bien que cette constante soit déjà connue, il n'y a probablement pas d'exemple où la transformation d'énergie qu'elle régit soit aussi claire ni aussi facile à mesurer que dans le cas que nous venons de décrire.

Dans certaines des mesures faites par Duane et illustrées par la figure 25, le spectromètre à rayons X était disposé de manière à observer la présence d'une certaine fréquence aussitôt son apparition. Le potentiel de l'ampoule était porté à des valeurs progressivement croissantes. Les

rayons de la fréquence donnée apparaissaient dès que l'énergie communiquée à l'électron était égale au produit de la fréquence par la constante h. Au fur et à mesure que le potentiel était encore accru, l'intensité de ces rayons augmentait, comme on le voit sur la figure.

Il faut observer que la production des rayons X n'est pas un effet cumulatif, produit par la somme des actions individuelles des électrons : chaque électron produit son propre train d'ondes X, quand il frappe l'anticathode. On n'observe pas le moindre indice d'une action combinée, ce qui résulte évidemment, d'ailleurs, du fait que l'intensité du faisceau de rayons cathodiques est sans influence sur les fréquences des rayons X produits.

Le point fondamental du phénomène est que lorsque l'énergie de l'électron est dépensée, en tout ou en partie, la fréquence des ondes X qui empruntent cette énergie est déterminée par la quantité d'énergie empruntée. Ceci explique pourquoi il existe une limite de fréquence des rayons X : c'est parce que certains électrons, faible fraction du nombre total, abandonnent la totalité de leur énergie dans la formation des rayons X, au moment où ils frappent l'anticathode, et avant que les chocs leur aient fait perdre une partie de cette énergie. Le reste des rayons, dont les fréquences sont moindres, proviennent des électrons qui ont perdu de leur vitesse par suite des chocs, ou qui, peut-être, n'abandonnent qu'une partie seulement de leur énergie. L'atome de l'anticathode joue le rôle d'un simple transformateur, il ne détermine pas la fréquence, en ce qui concerne du moins les effets dont il s'agit ici.

Tout cela est déjà très merveilleux; mais la merveille est plus grande encore, depuis que l'on a découvert que le phénomène est réciproque. De même que des électrons en mouvement rapide peuvent exciter des rayons X, les rayons X, en frappant une substance quelconque, perdent leur énergie et celle-ci réapparaît ensuite comme énergie cinétique d'électrons en mouvement. De plus, nous observons la même variation dans l'effet produit et la même limite à cette variation. Pour les électrons ainsi mis en mouvement, en les observant le plus tôt possible après leur mise en mouvement, nous trouvons que la quantité d'énergie qu'ils possèdent présente toutes les valeurs possibles, jusqu'à une certaine valeur critique, précisément égale au produit de la fréquence des rayons X par la même constante h. On doit remarquer qu'il nous est impossible de mesurer toutes les vitesses initiales des électrons, parce que certains de ces mouvements commencent au sein même de la substance que les rayons X pénètrent et qu'il y a une perte de vitesse pendant le passage des électrons à l'extérieur. On ne saurait donc soulever d'objection contre l'hypothèse que l'énergie de chacun des électrons mis en mouvement par des ondes d'une fréquence donnée est initialement identique et se trouve déterminée par les conditions que nous avons indiquées.

Et l'on observe ces effets, non seulement dans le cas des rayons X, mais aussi dans le cas de la lumière ordinaire. L'unique différence consiste en ce que les fréquences des vibrations lumineuses sont quelque 10.000 fois plus petites que celles des rayons X et que les énergies communiquées aux électrons sont affaiblies dans un rapport correspondant. La libération d'électrons par les ondes lumineuses est un phénomène connu sous le nom d'*effet photo-électrique*. La production de lumière par les électrons a été beaucoup étudiée tout récemment dans les expériences faites en vue de déterminer les *potentiels de résonance*, c'est-à-dire les différences de potentiels qui permettent aux électrons qui y sont soumis d'acquérir l'énergie suffisante pour exciter l'émission d'une radiation particulière par les atomes qu'ils rencontrent.

Mais nous ignorons totalement le mode exact suivant lequel cette transformation d'énergie s'effectue ; ce problème est hérissé de multiples difficultés. Les grandeurs dont il s'agit sont difficiles à imaginer ; pour les mieux saisir, nous allons en modifier l'échelle. Supposons que l'anticathode de l'ampoule à rayons X soit agrandie de manière à devenir égale au disque de la lune, c'est-à-dire environ cent millions de fois. Les atomes deviennent des sphères d'un centimètre environ de diamètre. Mais les électrons sont encore invisibles à l'œil nu. La distance de la terre à la lune correspond alors grossièrement à la distance qui sépare habituellement l'ampoule de l'observateur ou de son appareil. Lançons maintenant sur la lune les électrons agrandis avec une certaine vitesse et admettons que, pendant chaque seconde, chaque mètre carré, ou chaque centimètre carré, peu importe, reçoive un électron. Une radiation est aussitôt émise par la lune et elle se manifeste immédiatement (il n'y a aucun autre effet) en provoquant un dégagement d'électrons des corps sur lesquels elle tombe. Ceux-ci sortent de la terre, ici un, là un autre, sur chaque kilomètre carré de terre ferme ou d'océan, à raison d'un par seconde en-

viron. Leurs vitesses peuvent être très variées, mais aucune n'excède, bien que quelques-unes l'atteignent, la vitesse initiale des électrons qui furent primitivement lancés vers la lune. Ces phénomènes, réduits maintenant aux dimensions réelles, représentent ce qui se passe dans une ampoule à rayons X et dans l'espace qui l'entoure. C'est une partie d'une action naturelle et universelle, qui a lieu partout où une radiation, un électron ou une onde frappent la matière et qui est manifestement l'une des opérations les plus fondamentales et les plus importantes du monde physique.

Avec ces résultats sous les yeux, nous pouvons maintenant nous rendre compte d'un progrès très remarquable de la théorie des électrons accompli au cours de ces dernières années. L'analyse spectrale s'occupe depuis longtemps des complications extraordinaires du rayonnement lumineux émis par les divers atomes. Entre autres résultats, cette étude a montré que les fréquences des lignes d'un spectre présentent souvent de curieuses et exactes relations numériques, dont l'expression contient généralement les différences de fréquences de lignes analogues ou de groupes de lignes. Par exemple, la fameuse équation de Balmer :

$$\text{Fréquence} = \nu = N\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

où $N = 3{,}290 \times 10^{15}$ fournit les fréquences des séries de lignes du spectre de l'hydrogène. Si $n_1 = 2$ et $n_2 = 3, 4, 5$, etc., la série des valeurs obtenues pour ν représente les fréquences des lignes du spectre visible. Si $n_1 = 3$ et $n_2 = 4, 5, 6$, etc..., nous avons les fréquences des lignes infra-rouges (Paschen) et si $n_1 = 1$ et $n_2 = 2, 3, 4$, etc..., nous obtenons les fréquences dont Lyman a récemment révélé l'existence dans la région ultra-violette.

Or, rien dans notre conception ancienne de l'origine du rayonnement à l'intérieur de l'atome ne nous permet de voir pourquoi les différences de fréquences doivent entrer dans ces formules, tout empiriques, mais très utiles. Nous imaginons bien des systèmes vibrants, mécaniques ou électriques, et les ondes qu'ils produisent. Mais quelle relation entre les masses ou les électricités nous fournira, d'une manière simple, des équations contenant la somme ou la différence de fréquences ? Nous sommes dans une impasse. Abandonnons donc nos hypothèses sur l'origine des lignes des spectres lumineux et admettons qu'ici aussi, elles naissent de la même façon que dans les cas que nous venons de considérer. Supposons que l'énergie émise sous forme de radiation est empruntée à l'énergie d'un électron. Ce peut être la seule manière dont une radiation se produise toujours, mais notre hypothèse peut ne pas aller aussi loin à présent. Il nous suffit de transporter dans l'atome tout le mécanisme que nous avons vu fonctionner, dans les rayons X et dans l'effet photo-électrique, en partie à son extérieur. Nous supposerons qu'à l'intérieur de l'atome, les électrons *peuvent* occuper certaines positions ou se trouver dans certaines conditions telles que chacune implique une certaine quantité d'énergie associée à l'électron et que, parfois, un électron passe d'une certaine position à une autre de niveau d'énergie inférieur. Nous admettrons que la différence des énergies considérées est transformée en rayonnement suivant la même loi que ci-dessus, c'est-à-dire :

$$\text{Énergie transformée} = h \times \text{fréquence.}$$

Si l'énergie qui correspond à ces états est de la forme :

$$\frac{Nh}{1^2}, \frac{Nh}{2^2}, \frac{Nh}{3^2}, \text{ etc...,}$$

toutes les séries de lignes fournies par la formule de Balmer sont expliquées à la fois.

Mais, que peuvent être ces états ? Pourquoi pas, comme Bohr le suggère, autant d'orbites différentes suivant lesquelles les électrons peuvent tourner autour du noyau positif central de l'atome, dont l'existence certaine a été établie par Rutherford ? Si, il y a quelque temps, nous avions admis l'existence de ces orbites, nous eussions été enclins à les relier directement à l'émission de rayonnement, dont la fréquence eût égalé le nombre de révolutions par seconde. Mais, aujourd'hui, nous pensons qu'à ces orbites ne correspond aucun rayonnement et que celui-ci n'est émis qu'au moment où un électron saute d'une orbite à une autre et, de plus, que la fréquence de la radiation rayonnée est déterminée par la règle simple qu'elle est égale au quotient par h de la variation d'énergie de l'électron. Nous n'exposons ici aucun mécanisme nouveau, ni n'inventons aucune idée nouvelle pour rendre compte de faits difficiles à interpréter, nous supposons simplement qu'il existe en un endroit un mode d'action que nous avons déjà rencontré dans un autre.

C'est un fait vraiment des plus remarquables que, à de légères erreurs expérimentales près, le nombre N soit égal à la valeur de l'expression :

$$\frac{2\pi^2 me^4}{h^3}$$

Les mesures spectrales montrent que

$$N = 3{,}29033 \times 10^{15},$$

tandis que d'après les plus récentes déterminations de m, e et h,

$$\frac{2\pi^2 me^4}{h^3} = 3{,}289 \times 10^{15}.$$

Imaginons un électron tournant sur une circonférence concentrique au noyau positif de l'atome d'hydrogène, avec une énergie cinétique égale à :

$$\frac{2\pi^2 me^4}{n^2 h^2} = \frac{Nh}{n^2}$$

Sa vitesse v est :

$$v = \frac{2\pi e^2}{hn}$$

On calcule le rayon r de l'orbite circulaire en écrivant (égalité des forces centrifuge et centripète) :

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

d'où :

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 me^2}$$

La quantité de mouvement angulaire $m.v.r$ est :

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

si l'électron passe de l'orbite $n = n_2$ à l'orbite $n = n_1$ où n_2 est plus grand que n_1, son énergie cinétique sur la nouvelle orbite *surpasse* celle de l'orbite précédente de la quantité :

$$Nh\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right).$$

Mais de l'énergie potentielle se trouve libérée en quantité égale à :

$$e^2\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

c'est-à-dire en quantité égale à deux fois la variation d'énergie cinétique, ainsi qu'on le voit facilement, en substituant, pour r_1 et r_2, les valeurs obtenues ci-dessus. En conséquence, il se trouve disponible, pour le rayonnement, la quantité d'énergie exactement nécessaire.

Nous pouvons donc, d'après Bohr, définir les états nécessairement distincts comme étant les états de mouvement circulaire pour lesquels la quantité de mouvement angulaire est un multiple entier de

$$\frac{h}{2\pi}$$

La simplicité de ces formules est très séduisante. Mais le sujet est encore loin d'être épuisé. Au cours de ces dernières années, Bohr et Sommerfeld, en poursuivant des recherches sur les conséquences possibles de cette théorie sont parvenus à des résultats particulièrement remarquables. Ceux-ci ont été obtenus grâce à une légère modification de l'hypothèse initiale. Les diverses orbites circulaires que Bohr avait d'abord imaginées sont devenues des groupes d'orbites, fixées d'après des lois quelque peu arbitraires, mais non dénuées de tout fondement. Chaque groupe comprend un certain nombre limité d'orbites sur lesquelles les électrons peuvent se mouvoir et correspond à l'une des orbites circulaires primitives. Dans chacun de ces groupes, quelques-unes des orbites sont elliptiques. Il semble que l'énergie de l'électron doive être constante sur toutes les orbites d'un groupe quelconque, sauf que, lorsque l'électron décrit une ellipse, sa vitesse varie. Or, la masse d'un électron animé d'un mouvement très rapide varie quand sa vitesse change et ce phénomène doit modifier légèrement l'énergie correspondant à l'orbite. D'où il résulte, qu'en sautant d'une orbite appartenant à un groupe sur une orbite d'une autre groupe, l'électron peut mettre en jeu une quantité d'énergie qui n'est pas toujours exactement la même. La fréquence de la radiation qui prendra naissance pourra donc présenter deux ou plusieurs valeurs différant légèrement l'une de l'autre : la ligne unique du spectre sera doublée ou triplée. C'est ainsi que Sommerfeld rend compte de ce qu'il appelle la « structure fine » des lignes spectrales.

Toutes ces théories ne sont pas de simples vues de l'esprit. La formule à laquelle aboutit Sommerfeld, à la suite d'une analyse aussi vraisemblable qu'on peut s'y attendre, fait plus qu'expliquer des effets connus, elle a permis de prévoir l'existence de lignes nombreuses et même leurs intensités, prévisions que l'expérience a vérifiées de la manière la plus frappante. L'histoire de cette question se trouve racontée dans l'ouvrage de Sommerfeld sur « La Structure de l'Atome », où il a exposé, en dehors de ses propres travaux, ceux de Bohr et d'autres, depuis ces six dernières années.

Nous voyons que dans ces recherches fondamentales sur la nature et les propriétés du rayonnement, l'électron joue un rôle très direct et très important. Notre œil est construit pour voir les ondes et non les électrons et c'est pourquoi notre attention s'est trouvée d'abord attirée vers le rayonnement de forme vibratoire. Mais, nous constatons, aujourd'hui, que l'énergie de rayonnement peut être portée par des électrons et *vice versa* et la juste appréciation de ce fait rend plus clairs de nombreux phénomènes. Nous ne pourrons accomplir de nouveaux progrès dans notre connaissance du rayonnement et, par suite, dans celle de l'électron qu'en cherchant à

mieux savoir comment s'effectue la transformation réciproque de ces deux formes de l'énergie l'une en l'autre, puisque c'est là, de toute évidence, l'une des opérations les plus fréquentes et les plus fondamentales de la nature.

D'après nos idées actuelles sur la structure de l'atome, celui-ci doit être formé d'un noyau positif et d'électrons qui lui sont attachés de quelque manière, et, d'après une idée nouvelle, l'énergie associée à ces électrons ne peut posséder que certaines valeurs déterminées. Bohr suppose que ces valeurs sont dues à ce que les électrons ne peuvent tourner autour du noyau central que sur certaines orbites seulement, hypothèse que Sommerfeld a développée, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus. Mais, évidemment, ce ne peut être là qu'une représentation toute partielle de la structure atomique. L'atome ainsi conçu ne peut pas remplir le rôle qu'exige de lui la construction des molécules et des cristaux.

L'étude de ces édifices nous montre que les atomes sont liés entre eux par des forces qu'on ne saurait toujours considérer comme agissant d'un centre sur un centre. Dans le diamant, par exemple, la disposition des atomes de carbone, récemment déterminée par les méthodes basées sur les rayons X, est telle que chaque atome de carbone est situé au centre de gravité de quatre autres atomes, qui occupent autour de lui, les sommets d'un tétraèdre, ainsi qu'on le voit sur la fig. 26.

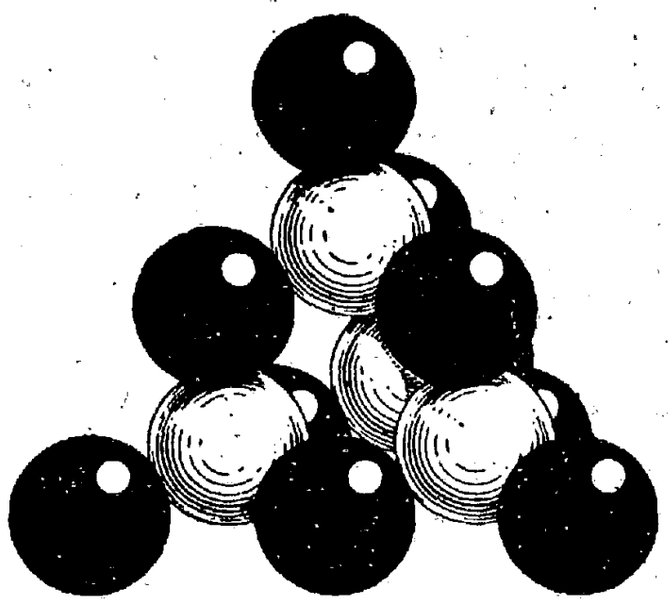


Fig. 26. — Configuration des atomes de carbone dans le diamant. Tous les atomes sont identiques, mais l'orientation de ceux figurés par des sphères blanches diffère de celle des atomes figurés par des sphères noires.

La représentation d'un atome par une simple sphère unie traduirait l'idée que les propriétés de l'atome suivant une direction radiale sont identiques quelle que soit la direction envisagée et qu'une force quelconque entre deux atomes s'exerce entre leurs centres. Mais, s'il en était ainsi, les atomes de carbone devraient être plus rapprochés qu'ils ne le sont. En fait, si l'on enlève le sommet du modèle précédent, on peut insérer un nouvel atome de carbone et replacer le sommet exactement comme il était (fig. 27).

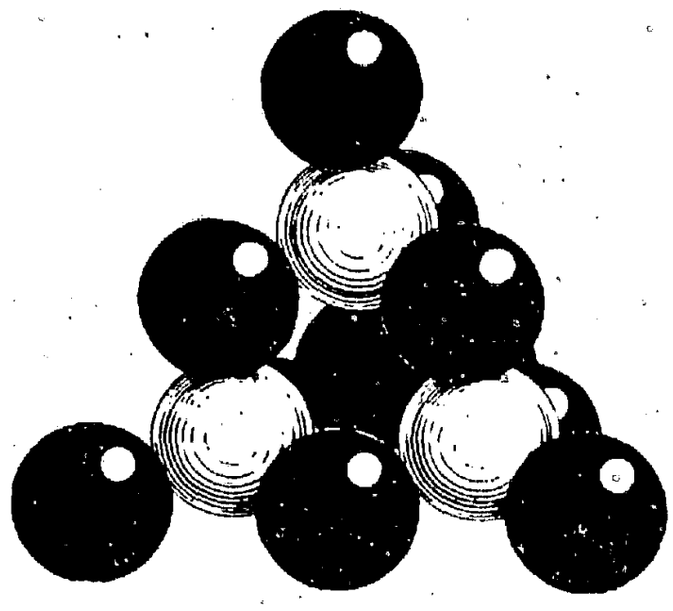


Fig. 27. — On peut introduire dans le modèle une sphère supplémentaire sans déranger les autres.

L'emploi d'un modèle plus étendu nous montrerait que, dans un volume quelconque, on pourrait disposer exactement deux fois plus d'atomes qu'il n'y en a déjà. Nous devons conclure que dans la région superficielle de l'atome existent des sous-centres de force bien déterminés et que, dans les atomes de carbone qui constituent le diamant, il y a quatre de ces sous-centres, symétriquement distribués, c'est-à-dire placés aux sommets d'un tétraèdre concentrique au noyau atomique.

Ces sous-centres ne doivent-ils pas être des électrons? Et s'il en est ainsi, ne devons-nous pas les considérer comme circulant sur de petites orbites autour de centres locaux? Ou, peut-être, comme Parson l'a suggéré, l'électron a une forme annulaire, l'électricité tournant autour de l'axe de l'anneau. Suivant cette hypothèse, ce serait des forces électromagnétiques qui uniraient entre eux les atomes.

Il est très intéressant d'observer, en tous cas, que, dans le diamant, les atomes de carbone ne sont pas tous orientés exactement de la même manière. Si l'on prend comme plan de référence un plan de clivage, ou plan quaternaire, la moitié des atomes pointeront vers le plan, et leurs voisins, en sens inverse. Cette disposition doit se traduire par une différence dans les spectres de rayons X, qui à plusieurs reprises a été recherchée, mais sans succès. Tout dernièrement, cependant, d'importants perfectionnements ont été apportés au spectromètre à rayons X et je

n'éprouve, maintenant, aucune difficulté à mettre en évidence l'effet attendu (1). Il est évident, je crois, que, dans le diamant, l'atome de carbone doit être représenté, au point de vue de ses propriétés, par un tétraèdre, et que l'atome a des propriétés différentes suivant des directions différentes ou, comme dirait le chimiste, qu'il possède des valences dirigées. Il n'est pas douteux qu'il en soit de même pour tous les atomes. On peut donc suggérer que quelques-uns des électrons d'un atome à l'intérieur d'un cristal sont attirés vers certaines régions superficielles et que tous ne tournent pas toujours, si même quelques-uns le font, autour du noyau cenral.

Quand un atome s'unit à un autre, ce sont ces sous-centres qui entrent en jeu ; et puisque des atomes réunis successivement l'un à l'autre constituent finalement un cristal, puisque la structure cristalline est à la base de tout l'état solide et se trouve fondamentalement liée avec la résistance des corps et leurs modes d'action, ainsi qu'avec toutes leurs propriétés physiques, il est facile de se rendre compte de toute l'importance de cette étude minutieuse de l'électron.

Si cette hypothèse d'électrons fixes semble contredire celle des mouvements orbitaux de Bohr et Sommerfeld, nous ne devons pas oublier que le conflit n'est qu'entre deux modes de représentation qui, nous le savons, sont tous les deux imparfaits. Nous espérons que lorsque se présentera la prochaine occasion pour un conférencier de vous exposer les nouveaux progrès accomplis dans l'étude des électrons, quelques-unes de ces contradictions auront disparu. Quoi qu'il en soit, je suis certain qu'en nous efforçant de mettre en évidence les propriétés de cette unité de la nature qu'est l'électron, nous marchons dans la bonne voie vers la solution des grands problèmes du rayonnement et de la structure de la matière.

Sir William Bragg, *K. B. E.*
Membre de la Société Royale de Londres,
Professeur à l'Université de Londres.

(Traduit de l'anglais par A. Lepape, *Chef des Travaux de Recherches physico-chimiques à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie de Paris).*

(1) Il y a, en fait, un faible spectre de second ordre, dans la réflexion des rayons X sur le plan quaternaire.

JEAN PECQUET (1)

(1622 à 1674)

Au moment où nous célébrons le septième centenaire de notre Ecole, il m'a paru opportun de rendre hommage à la mémoire de Jean Pecquet, de Dieppe, étudiant et docteur de Montpellier. L'hommage sera, en même temps, un acte de justice : cet anatomiste a, en effet, joué, dans la Renaissance des Sciences anatomiques au XVII^e^ siècle, un rôle qu'on a trop laissé dans l'ombre. Je m'efforcerai d'abord de le suivre dans sa carrière, puis, en étudiant son œuvre, d'en montrer l'importance.

I. — La Carrière

Après trois ans de prison préventive, le surintendant des Finances, Foucquet, avait été condamné au bannissement et à la confiscation des biens par la Chambre de Justice de l'Arsenal, le samedi soir, 20 décembre 1664. Le lendemain, le roi commuait la peine en prison perpétuelle. dure aggravation.

Le lundi, 22 décembre, dans la Chapelle de la prison de la Bastille, lecture du jugement était donnée au condamné, à 10 h. du matin. A 11 heures, Foucquet montait dans un carrosse qui attendait dans la cour de la Bastille, entouré de 50 mousquetaires, commandés par le Capitaine d'Artagnan : il partait pour la forteresse de Pignerol, dans la Haute-Italie, où il devait mourir en 1680.

Madame de Sévigné, la fidèle amie de Foucquet, qui a raconté dans ses lettres à M. de Pomponne toutes les péripéties du procès et du jugement, nous donne le détail suivant :

Après la lecture du jugement, on avait séparé du condamné son médecin Jean Pecquet et Lavallée, son valet de chambre ; « les cris et les pleurs de ces pauvres gens ont pensé fendre les cœurs de ceux qui ne l'ont pas de fer. Ils faisaient un bruit si étrange que M. d'Artagnan était contraint de les aller consoler, car il semblait que ce fût un arrêt de mort qu'on vînt de lire à leur maître. On les a mis tous deux dans une chambre dans la Bastille, car on ne sait ce qu'on en fera ».

(1) Conférence faite, le 4 novembre 1921, devant la Société des Sciences médicales et biologiques de Montpellier et du Languedoc méditerranéen, à l'occasion du VII^e^ Centenaire de la Faculté de Médecine de Montpellier.

Madame de Sévigné ne nous dit pas que ces deux hommes, entièrement dévoués à leur Maître, avaient volontairement subi avec lui toute la prison préventive. Le 7 septembre 1661, le roi avait écrit à M. d'Artagnan qu'il avait à recevoir en son château d'Angers, le sieur Pecquet « pour y être renfermé avec le sieur Foucquet, sans pouvoir en sortir, ni avoir communication avec qui que ce fût du dehors ». Pecquet avait suivi son maître à Amboise, à Vincennes, à Moret, puis, à la Bastille, qu'il ne quitta lui-même que le 26 février 1665, tant on craignait la divulgation des pensées du surintendant. Dès sa sortie, il demanda à aller partager la captivité de son maître à Pignerol, étonnant et admirable exemple de fidélité dans le malheur. Sa demande fut repoussée, et il fut relégué à Dieppe, son pays natal. Il n'y resta pas longtemps. Madame Foucquet mère obtint, en effet, au bout de quelques mois, son rappel, et il rentra à Paris, où il reprit sa profession de médecin, interrompue par trois années et demie d'emprisonnement volontaire. Jean Pecquet avait à ce moment 43 ans.

Quel était donc cet homme de cœur, ce médecin, qui, à 39 ans, avait accepté un dur emprisonnement pour ne pas abandonner un protecteur dans l'infortune?

J'ai demandé des renseignements sur lui à M. le Maire de Dieppe. M. l'Archiviste et Bibliothécaire de la ville m'a répondu aimablement : « Notre bibliothèque de 36.000 volumes et manuscrits ne porte pas trace qu'un Dieppois se soit spécialement occupé de la vie de Jean Pecquet. Celui-ci a été baptisé dans la paroisse de Saint-Rémy, le quatrième jour du mois de mai 1622 » — le troisième centenaire de sa naissance sera donc au mois de mai de l'année prochaine. Il est mort à Paris, en 1674, à l'âge de 52 ans.

« En 1826, une rue « Cul-de-Sac ». a été baptisée du nom de Jean Pecquet. Cette rue est une des vieilles voies de la Cité Diepoise; elle débouche en face St-Jacques ». Honneur tardif et discret.

Après des études classiques chez les oratoriens de Dieppe et les Jésuites de Rouen, où il a probablement connu Pascal qui était de son âge, Pecquet vient à Paris; comme il a peu de ressources, qu'il s'est fait remarquer par son intelligence, il entre au collège de Clermont, tenu alors par les Jésuites, aujourd'hui lycée Louis le Grand, « où il vit quelques années comme répétiteur ou surveillant des jeunes gens nobles » (Riolan).

Dans cette période, assez mal limitée, il prend son grade de *Maître ès-arts* de l'Académie de Paris; il a des relations avec le père Mersenne, de l'ordre des Minimes, qui tenait chez lui des réunions hebdomadaires, où se rencontraient des hommes instruits; où Pecquet a certainement connu et fréquenté Pascal; il entre en relations avec François Foucquet, frère du surintendant, évêque et comte d'Agde, qui devient son premier protecteur; enfin, il s'adonne avec passion, sous l'influence de Pascal, aux sciences physiques, à la géométrie. « Expérimentateur des plus habiles, il joignait à une grande habileté manuelle, une méthode rigoureuse dérivant directement de la pensée de Pascal » (M. Potel) (1).

Pendant cette même période, il fréquente certainement l'Ecole de Médecine; il dissèque; il commence ses recherches personnelles, puisque, en 1647, il est signalé comme ayant découvert les vaisseaux lactés thoraciques à Paris. (Voir brève réfutation de la réponse à Riolan, page 200).

En 1647, Pecquet avait 25 ans; il paraît logique de supposer qu'il est venu à Paris vers l'âge de 20 ou 21 ans, c'est-à-dire vers 1642 ou 1643, puisqu'il a séjourné plusieurs années au collège des Jésuites.

En mai 1647, une lettre du Père de la Noue au Père Mersenne, portée et remise par Pecquet, fait supposer que celui-ci est passé cette année-là par Rome et l'Italie.

Le 3 août 1648, il se trouve à Agde, chez l'Evêque, qui, vers la fin de cette année, vient à Paris et y reste probablement jusqu'en 1651. (M. Potel).

1651, date mémorable dans la vie de Pecquet. C'est en 1651 qu'est publié à Paris la première édition de ses nouvelles expériences anatomiques « Experimenta nova anatomica ».

Ce mémoire eut un retentissement énorme. Or, Pecquet n'était qu'étudiant, *philiater;* il n'avait pas demandé l'agrément de l'Ecole de Paris, ce qui était un grave manquement aux convenances.

Il ne pouvait douter de l'hostilité de l'Ecole; l'Evêque d'Agde rejoignait son évêché, à peu près à ce moment; Pecquet se décide alors à venir passer ses examens à Montpellier. L'Ecole en était célèbre; tolérante, relativement, elle était toujours assez disposée à soutenir ceux que l'Ecole de Paris attaquait. D'ailleurs, « à cette époque, l'Ecole parisienne attirait peu d'étran-

(1) Maurice POTEL : *Noël Vallant* (1632-1685) ; « France médicale », dans les dix derniers numéros de l'année 1913 et dans les sept premiers numéros de 1914. Il y est parlé de Pecquet, notamment en 1914 : n° 5 (mai), page 99; n° 6 (juin), page 122; n° 7 (juillet), page 147.

gers, elle semblait presque réservée aux seuls Parisiens. De toutes les provinces et même de l'Etranger, les étudiants non autochtones affluaient à Montpellier ». (M. Potel, page 421).

Le 15 juillet 1651, Pecquet est immatriculé dans notre Ecole; il s'inscrit pour la licence le 25 janvier 1652, est reçu licencié le 19 février; s'inscrit pour le Doctorat, le 16 mars de la même année et reçoit le grade de Docteur, le 23 mars 1652.

Tous ces grades ont été pris sous le décanat de Siméon Courtaud; Martin Richer de Belleval étant chancelier, avec les professeurs : Rivière, Soliniac et Sanche, qui fut son président de doctorat. Ces divers actes sont inscrits dans les Archives de notre Faculté de Médecine et dans les Archives départementales.

Pecquet n'était pas un étudiant ordinaire. Il avait une auréole de gloire quand il est venu a Montpellier (M. Potel) ; il y a poursuivi ses recherches et en a fait la démonstration en public. Il n'a d'ailleurs pas perdu contact avec notre Ecole, aussitôt le doctorat passé.

En 1654, il se trouve à Montpellier, d'où il écrit, le 1er janvier, à Bartholin, qui est à Copenhague, une lettre, dans laquelle il signale les nouvelles et mordantes attaques dont Riolan les poursuit.

Guy Patin, écrivant de Paris, le 31 juillet 1653, à Bartholin, avec qui il entretient d'excellentes relations, ajoute : « Pecquet vit ici; il prépare une seconde édition de son ouvrage, augmentée, confirmée, illustrée par de nouvelles expériences. Il doit revenir ensuite en Septimanie chez l'Evêque d'Agde, dont il est l'ami intime.

Dans le dernier Chapitre de sa *Nouvelle dissertation sur les canaux thoraciques* (1654, page 134), Pecquet nous expose ses recherches sur les communications des canaux lactés thoraciques avec la mamelle. La ressemblance du lait avec le chyle avait fait admettre à beaucoup l'identité de ces deux liquides et fait penser que le canal thoracique devait envoyer un rameau à la mamelle. Il a examiné à son tour cette question qu'il n'a pas résolue clairement : « Il n'y a pas bien longtemps, dit-il, à Montpellier, devant le très illustre professeur Rivière, devant Jean Martet, chirurgien habile en anatomie, que j'avais formé à la démonstration des troncs lactés du thorax, j'ai ouvert une petite chienne qui allaitait »....

Ce passage montre que Pecquet a toujours été accueilli et écouté avec faveur dans notre Ecole.

C'est probablement, vers 1655, qu'il est revenu définitivement à Paris et qu'il est entré dans la Maison du surintendant des Finances Foucquet, sous les auspices de l'Evêque d'Agde.

Un chartreux, le Père Bonaventure d'Argonne, a publié, sous le pseudonyme de M. de Vigneul-Marville, un ouvrage curieux, rempli d'anecdotes littéraires, de réflexions critiques : « Mélanges d'histoire et de littérature » paru en 1700. Dans le tome II, il nous parle de Pecquet et voici ce qu'il nous dit :

« Il avait été choisi par le surintendant Foucquet pour son médecin de plaisir, c'est-à-dire, pour l'entretenir à ses heures perdues des plus jolies questions de la physique, ce que Pecquet faisait admirablement; il avait l'esprit vif et remuant et tout propre à faire des découvertes. Il venait d'ordinaire aux conférences de M. Rohault; il s'y faisait écouter autant que personne. Ce fut là que le voyant d'ordinaire, je liais amitié avec lui comme avec un homme de fort bon commerce. »

Quelques années s'écoulent dans le silence. Une lettre de Guy Patin à Spon (1), du 6 novembre 1657, donne le détail suivant : M. Pecquet s'amuse à distiller des eaux minérales de diverses fontaines; il ne fait pas autre chose et n'écrit rien du tout ».

Le 21 septembre 1661, le même Guy Patin, écrit à Falconnet (2) : « je ne sais ce que peuvent être devenus MM. Pecquet et Richer de Belleval, mais voilà leur marmite renversée par la disgrâce de M. Foucquet ». Cette lettre montre que des liens étroits unissaient ces deux hommes. On n'a pas oublié que Martin Richer de Belleval (1623-1664) était le Chancelier de l'Ecole de Montpellier, où il était professeur d'anatomie et de botanique, prédécesseur immédiat des Chicoyneau.

La catastrophe arrive. Pecquet est emprisonné du 7 septembre 1661 au 26 février 1665.

Par cet emprisonnement et ce long silence, la gloire du savant ne fut pas diminuée; elle venait d'être consacrée par une nouvelle édition latine de ses œuvres, donnée à Amsterdam en 1661.

Aussi, quand il rentre à Paris, sa réputation scientifique est telle qu'en 1666, lorsque le roi laisse à Colbert le soin de joindre des physiciens à la compagnie des mathématiciens qui composent l'Académie royale des sciences, Colbert, sur sept nouveaux membres, choisit deux médecins: 1° Jean Pecquet, docteur en médecine de la

(1) Charles Spon (1609-1684), docteur de Montpellier (1632), établi à Lyon.

(2) André Falconet (1612-1691), médecin lyonnais, docteur de Montpellier (1634).

Faculté de Montpellier, anatomiste; 2° Louis Gayant, chirurgien juré à Paris. Gayant n'est resté connu que pour avoir défendu énergiquement les idées et les théories de Pecquet.

Voilà donc Jean Pecquet membre de l'Académie des sciences à 44 ans. Cette date marque évidemment le point culminant de sa situation médicale et scientifique à Paris.

Pecquet était un académicien zélé; il suivait les séances de l'Académie royale et s'y faisait remarquer par la profondeur de ses connaissances et la finesse de son esprit. Nous trouvons de lui, dans l'histoire de l'Académie royale des sciences, plusieurs communications.

Le 27 mars 1667, avec ses deux collègues Gayant et Perrault, il relate la dissection du corps d'une femme morte peu après être accouchée; il croit découvrir une communication du canal thoracique avec la veine émulgente ou rénale : c'était une erreur. Mais ce fait même montre l'esprit judicieux de Pecquet, qui ajoute prudemment : « je ne tire aucune conséquence de ces expériences, on ne doit rien inférer d'un seul sujet... » « Nous allons travailler, quand nous serons certains, nous verrons ».

Le 9 juillet 1668, nous trouvons encore une note « sur le sujet des vers qui se trouvent dans le foye de quelques animaux ». Enfin, en 1669, Pecquet prend part à une discussion sur « une nouvelle découverte touchant la vue » faite par Mariotte. Ce physicien montre dans cette note que l'endroit où le nerf optique entre dans l'œil est un point privé de la vision (Punctum cœcum). Mariotte conclut de cette expérience que la membrane de la vision était non pas la rétine mais la choroïde. La discussion fut vive entre les partisans de la choroïde et les partisans de la rétine. Pecquet publia sur ce sujet une lettre où il prit la défense de la rétine, en montrant de sérieuses connaissances sur l'anatomie de l'œil, connaissances acquises par la dissection très habile de cet organe.

Je n'ai pas trouvé d'autres communications faites par lui. A ce moment, Pecquet avait 47 ans.

Le Roi et Colbert n'avaient donc pas tenu rancune à Pecquet de son dévouement au surintendant des finances déchu. Dans son malheur, celui-ci conservait des amitiés précieuses : Pellisson, Mme de Sévigné, La Fontaine et bien d'autres lui restaient fidèles; le public, lui-même, avait fini, en grande partie, par lui devenir favorable, si bien que Pecquet fut accueilli avec faveur dans toute la haute Société; il eut une grande vogue de clientèle. Mme de Sévigné en parle très souvent dans ses lettres : c'est lui, en 1670, qui arrive à temps pour délivrer Mme de Grignan qui avait accouché un peu vite, en l'absence de la sage-femme : A partir de ce moment et pendant un certain temps, nous voyons Pecquet constamment mêlé à l'existence de Mme de Sévigné.

Le 15 mars 1671, Mme de Sévigné écrit à Mme de Grignan : « Le petit Pecquet était au chevet de mon lit pour un épouvantable rhume qui sera passé quand vous recevrez cette lettre. Nous parlions de vous. » Le « petit Pecquet » avait alors 49 ans et la Marquise 45.

On craint que la nourrice n'ait pas de lait, Pecquet est appelé. C'est Pecquet qui choisit la nouvelle nourrice. « Pecquet était ravi de songer que la petite n'avait plus de besoin. » (*Lettre du 8 avril* 1671.)

Mme de Sévigné se préoccupe d'être agréable à son médecin; elle dit à sa fille, le 15 avril 1671: « Ecrivez-moi quelques petites amitiés pour Pecquet, il a eu des soins extrêmes de ma petite-fille ».

Mme de Grignan a eu quelque malaise, Mme de Sévigné lui conseille de ne point prendre de chocolat; et elle ajoute (13 mai 1671) : « Pecquet me dit qu'en l'état où vous êtes, le chocolat vous serait mortel ». Dans le même mois, Mme de Sévigné a eu une grande indisposition avec coliques et vomissements, « voilà l'alarme au camp », on envoie chez Pecquet, qui eut « des soins de moi extrêmes ».

En décembre de la même année (23 décembre), l'enfant de Mme de Grignan a la petite vérole, on envoie quérir Pecquet pour discourir de la maladie de ce petit enfant; il admire sa force d'avoir chassé ce venin et croit qu'il vivra cent ans après avoir si bien commencé.

Enfin, le 11 juillet 1672, « la petite de Grignan a une très jolie petite vérole volante » et elle n'a point du tout été malade : « ce que le petit Pecquet a traité en deux visites aurait fait grand embarras si elle avait été à Livry ».

Il n'est plus question de Pecquet dans les lettres ultérieures de Mme de Sévigné, mais les quelques citations que j'ai données montrent l'importance prise par lui dans la famille de « la plus spirituelle des Gazettes ».

Nous l'avons suivi jusqu'en 1672 grâce à la correspondance de Mme de Sévigné. Nous ne savons plus rien de précis sur lui, jusqu'à sa mort en 1674.

Un acte du 31 décembre 1670 nous apprend qu'il est propriétaire d'une maison estimée 26.000 livres, sise rue de la Huchette à Paris

et occupée par un des messagers de Montpellier. (M. Potel)

D'Argonne nous donne la note finale que voici: « Depuis la disgrâce de Foucquet, dit-il, m'étant retiré en province, je n'entendis plus parler de lui jusqu'à l'année 1670, où je le rencontrai chez un de mes amis à la campagne. Quand je ne l'aurais pas reconnu à l'air de son visage, son haleine me l'aurait fait sentir, à cause de la méchante habitude qu'il avait de boire l'eau-de-vie. Il en conseillait l'usage à tous ses amis comme un remède à tous maux, mais l'eau-de-vie fut pour lui une eau de mort; elle lui brûla les entrailles et lui avança ses jours, qu'il aurait pu employer utilement au service du public ».

Je me demande si notre Père Chartreux avait vraiment de la bienveillance pour Pecquet. On ne voit pas bien l'homme ainsi décrit, admis et traité comme nous l'avons vu par Mme la marquise de Sévigné. Ce détail n'a d'ailleurs que peu d'importance devant l'œuvre accomplie par Pecquet. Examinons-la.

II. — L'Œuvre de Pecquet

J'ai déjà dit que Pecquet avait cultivé avec ardeur les sciences physiques et la géométrie. D'ingénieuses expériences de physique sont imaginées et exposées dans la « dissertation sur la circulation du sang et le mouvement du chyle »; il a publié un très rare « Traité de l'équilibre des liquides » (1); Guy Patin y mettait de la railerie quand il parlait de Pecquet passant son temps à analyser des eaux minérales. La variété de ses travaux montre cependant l'étendue et la diversité des connaissances de ce savant. Je n'évoquerai aujourd'hui devant vous que l'œuvre anatomique, plus particulièrement retenue par la postérité.

Avant cette vie parisienne, qui avait commencé avec la faveur du surintendant Foucquet, Jean Pecquet avait fait en anatomie une découverte de premier ordre : il avait montré pour la première fois le véritable chemin parcouru par le chyle, produit de la digestion gastro-intestinale, pour pénétrer dans l'appareil circulatoire du sang, qu'il doit renouveler.

Si l'on veut bien comprendre la portée de cette découverte, il est nécessaire de se rappeler les idées régnantes dans les sciences anatomiques, au début du XVII[e] siècle.

Toutes les sciences étaient dominées par les « Doctrines Galéniques », dont je résumerai les idées fondamentales, sur la circulation seulement, d'après les œuvres d'André du Laurens, Professeur et Chancelier de l'Ecole de Medecine de Montpellier, né à Arles en 1583, et mort en 1609.

Quoique n'étant pas chargé spécialement de l'anatomie, André du Laurens a publié sur cette science un gros volume qui a été traduit en Français, en 1613, par Théophile Gelée, médecin ordinaire de la ville de Dieppe, et imprimé à Rouen; une deuxième édition a été donnée en 1646; une troisième en 1661; on ne saurait puiser à meilleure source pour l'époque; j'ai consulté et cité la troisième édition. Je note au passage que le Dr Théophile Gelée est un Dieppois et qu'il a été probablement le premier maître en anatomie de Pecquet. Je fais remarquer aussi que, pendant cette période, l'Ecole de Montpellier était brillamment représentée en Anatomie par l'ouvrage d'André du Laurens, qui était très répandu, parce qu'il était traduit en français, tandis que presque tous les livres sur cette science étaient en latin.

Galien (de 128 à l'an 200 après J.-C.) avait rénové la médecine Hippocratique et établi sur l'ensemble des sciences médicales une doctrine, qui a régné pendant 14 siècles. Pour lui, la plus grande partie du sang est contenue dans les veines, la nature entretient les organes par le sang, aliment commun, le puisant et l'attirant « du *foye* » comme d'un magasin public. Les veines distribuent le sang qu'elles ont la vertu propre de conserver »... « Tout le corps a symphyse et union par les veines, d'où elles sont appelées ligament commun ».

« Le foye » est le principe des veines, principe de *radication* parce que toutes les racines des veines, Porte et Cave, sont dans le « foye », et, principe de *distribution* ou *d'office*, parce que le « foye » envoie à toutes les parties leur nourriture, le sang. Le sang purifié de ses excréments dans la partie basse du foye, est envoyé dans la « veine cave » et, la meilleure partie d'iceluy portée par le rameau descendant pour nourrir toutes les parties inférieures sans avoir monté au cœur.

« Le foye » suce le chyle et l'attire par les veines mésaraïques et les boyaux attirent le sang par les mêmes veines pour leur nourriture ».

Evidemment, Du Laurens trouve ce phénomène surprenant et il ajoute que la nature n'aime pas ces mouvements contraires; il les admet cependant dans les vaisseaux mésentériques,

(1) Communication de M. Poussier, pharmacien en chef des hospices de Rouen.

« mais ils ne sont point perpétuels; les divers appétits des parties qui attirent font cela ».

La « veine Porte », où veine portière ou huissière, encore appelée « la main du foye » parce que le « foye » s'en sert comme d'une main pour attirer le chyle, prend son origine dans la chair du foye, dans la partie cave du foye et porte le sang aux différents éléments du tube digestif par les veines spléniques et mésentériques.

Les racines de la « veine Cave » sont dans la partie convexe du foye. Le tronc de la « veine Cave » sortant du foye se divise en deux parties, ascendante et descendante. La « Veine Cave » ascendante traverse le diaphragme, l'oreille dextre du cœur et monte jusqu'à la clavicule.

Le sang est altéré et élaboré dans le parenchyme hépatique. « La veine Porte » naît incontestablement du foye puisqu'elle ne touche pas le cœur. Ce dernier organe gêne un peu les Galénistes; c'est qu'en effet Aristote (384 ans avant J.-C.) et les Péripatéticiens reconnaissent le cœur pour l'unique principe es-corps des animaux; premier vivant, mouvant, sentant et sanguifiant. C'est le principe des veines; les ruisseaux de la « veine Cave » portent aux organes le sang, lequel elles reçoivent du cœur. Pour eux l'officine du sang est au cœur et non au foye.

Chose curieuse, les idées de Galien et d'Aristote, en contradiction à l'origine, arrivent toutes les deux à cette étonnante erreur, de faire circuler le sang dans les veines du centre à la périphérie.

Dans tout cela, que deviennent les artères? Pour Hippocrate, le cœur est la *radication* des artères comme le foye est la radication des veines.

Pour Galien, la « veine Cave » verse le sang dans le ventricule droit; une portion de ce sang est portée par l'artère pulmonaire aux poumons pour les nourrir; une autre portion passe à travers la cloison du cœur dans le ventricule gauche, où, étant mêlée avec l'air, elle prend et reçoit, tout ainsi qu'une fournaise, la forme d'un esprit vital, qui arrive dans le ventricule gauche, venant du poumon par les veines pulmonaires.

Je m'arrête dans cet exposé, il me semble suffisant pour vous permettre de comprendre les formidables erreurs qui régnaient dans les esprits depuis 14 siècles et qui étaient enseignées dans toutes les Ecoles.

Le professeur d'anatomie de Copenhague, Thomas Bartholin, grand voyageur, s'il en fut, comme en témoigne un volume de lettres en latin paru à Copenhague en 1663 (1), se trouvait à Montpellier en 1641; le 3 septembre, il écrit une lettre à son collègue et ami le Docteur Jean Walœus, professeur à Leyde; il lui vante la beauté très agréable du ciel et du soleil de ce pays et il ajoute : « en ce qui regarde les études anatomiques, celles-là dorment ici et je n'ai pas vu Laurens. Cependant, le theatrum anatomicum, restauré dans le jardin du Doyen Ranchin, possède une splendide chaire en marbre de l'amphithéâtre de Nîmes. Il n'est personne parmi les Docteurs qui admette les veines lactées, tant ils sont dominés par l'autorité de Galien, pour lequel ils combattent comme s'ils luttaient pour leurs autels et leurs foyers, au point de négliger toutes les expériences les plus récentes. Tout récemment, dans une discussion de médecins, sous la présidence de Pierre Sanche, Professeur de médecine, intelligent et instruit, cette thèse fut proposée : Les vaisseaux mésaraïques portent le chyle au foye, et, par ces mêmes vaisseaux et dans le même temps, ils portent le sang vers les intestins. Je n'ai pu m'empêcher de protester au nom de l'expérience : aussi, quoiqu'il ne soit point dans les usages qu'un voyageur soit entendu dans une telle assemblée, cependant, avec l'assentiment bienveillant du Doyen Courtaud, homme très aimable, j'ai combattu cette thèse avec toutes mes forces, en invoquant les principes mêmes de Galien.

Celui-ci nie expressément que deux mouvements de sens contraire puissent se faire en même temps; j'affirmai qu'il y a confusion entre l'humeur cuite et l'humeur crue, ce que Galien n'admet pas non plus. J'ai ajouté que la disposition des fibres dans les veines ne permettait pas que se fissent en même temps le relâchement et la contraction. Ensuite, d'autre part, j'ai insisté sur ce point que la transmission du chyle ne peut et ne se fait pas en réalité de cette manière... que le sang soit porté du foye aux intestins cela me paraissait absurde; il n'y a aucun mouvement du sang du foye vers l'intestin; au contraire tout mouvement du sang va de l'intestin vers le foye comme cela se voit dans l'autopsie des animaux vivants et comme cela est prouvé plus clairement par la circulation d'Harvey.

Je leur ai soumis une expérience qui montre manifestement les veines lactées; je leur ai cité Veslingius. Ils restèrent interdits, et, de là,

(1) Thomas Bartholini, Epistolarum medicinalium a Doctis vel ad Doctos scriptarum Centuria, I et II, Hafniæ, 1663.

j'ai mérité l'amitié de Sanche, qui m'était très favorable ».

J'ai cru devoir citer cette lettre de Bartholin, parce qu'elle est une sorte d'instantané de la faculté de médecine de Montpellier, à cette date. Celle-ci garde jalousement les traditions Hippocratiques et Galéniques, malgré les attaques dont elles commençaient à être l'objet.

Vésale, dans son magnifique traité *de Corporis humani fabrica,* publié en 1542 — il n'avait alors que 28 ans — avait attaqué fortement la doctrine Galénique, en se rangeant aux idées d'Aristote. Il avait affirmé, avec tous les péripatéticiens, que l'officine du sang était au cœur et non au foie. L'Ecole de Montpellier était restée fidèle à Galien, et, André du Laurens s'écrie dans son traité d'Anatomie de 1610, en s'adressant à Vésale : « Prenons donc contre lui la peau du Lion et, comme un autre Hercule, domptons tous les monstres que, par un désir de contredire, Vésale a enfantez; ainsi il sera puni de son arrogance et châtié de son ingratitude envers son maître et précepteur Galien. »

Michel Servet, médecin théologien mystique, avait donné de la petite circulation pulmonaire une idée très nette dans son livre « *Christianismi Restitutio* » qui lui valut une mort tragique, l'année même de son apparition, en 1553.

William Harvey avait découvert la circulation du sang, en 1628; mais cette découverte, qui aurait dû porter le coup fatal aux théories Galéniques, fut l'objet de violentes attaques, notamment de la part de Guy Patin et de Jean Riolan.

On ne comprit pas, dès le début, toute la portée de la découverte d'Harvey. En réalité, le monument anatomophysiologique de Galien ne devait et ne pouvait s'écrouler qu'après les découvertes faites dans le domaine du système lymphatique, celles-ci démontrant que le produit de la digestion, le chyle, n'aboutit pas au foie.

Histoire du système Lymphatique — On n'a connu d'abord du système lymphatique que les chylifères, c'est-à-dire les lymphatiques des intestins et du mésentère qui prenaient le produit de la digestion. Ceux-ci avaient été vus, quatre siècles avant J.-C., dans l'Ecole d'Alexandrie, par Erasistrate et Hérophile. Ces notions s'étaient perdues et Galien les avait niées.

En 1563, Eustachi, professeur à Rome, avait vu le canal thoracique sur le cheval, mais il en méconnut l'origine et la fonction.

En 1622, G. Aselli, professeur à Pavie, découvre les chylifères chez les divers animaux domestiques et les appelle *veines lactées;* il affirme que leur fonction est d'absorber le chyle, dont il distingue très bien le courant, allant de l'intestin à la racine du mésentère. Il voit que ces chylifères aboutissent dans un amas de ganglions lymphatiques, qu'il décrit sous le nom de *nouveau pancréas,* et appelé depuis le « *pancréas* d'Aselli », mais il ne réussit pas à suivre ces chylifères plus haut; il croit lui aussi qu'ils se dirigent vers le foie. Cet organe gardait donc sa fonction principale de transformer le chyle en sang, c'est-à-dire de transformer l'humeur crue en humeur cuite.

La découverte d'Aselli fut, elle aussi, attaquée.

Harvey, lui-même, n'en comprit pas l'importance et la généralité; il déclare que les chylifères ne sont pas constants chez les divers animaux : « il est évident, dit-il, que le chyle, destiné à nourrir les animaux, est porté des intestins au foie par les veines mésaraïques et il n'est pas nécessaire que nous cherchions une nouvelle voie par les veines lactées ». Riolan, bien entendu, était un adversaire résolu des découvertes d'Aselli.

Professeur Gilis,
de la Faculté de Médecine de Montpellier.

(*A suivre*)

REVUE INDUSTRIELLE

LE DÉVELOPPEMENT DE L'AUTOMATICITÉ DANS LES TRANSMISSIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

I

A mesure que les applications de l'énergie électrique se firent plus nombreuses et plus importantes, la question de la main-d'œuvre nécessaire prit une acuité croissante. Le développement des chemins de fer métropolitains posa le premier le problème de façon pressante : dans les voitures motrices, en effet, la mise en vitesse se fait en supprimant des résistances sur l'induit, puis en en ajoutant sur l'inducteur et enfin en changeant le couplage des moteurs qui sont montés par deux sur le réseau, en série au démarrage et en parallèle à l'allure maxima. Or les manœuvres doivent se faire pour des valeurs de la vitesse rigoureusement déterminées : une manœuvre prématurée fait passer dans les moteurs des courants exagérés, une manœuvre trop lente recule le moment de la pleine vitesse et entraîne par suite des retards inadmissibles dans l'exploitation métropolitaine. Comme des agents parfaitement exercés sont seuls capables de tirer rapidement les conclusions nécessaires de la lecture des appareils indicateurs, la difficulté de recruter ces agents posa tout

naturellement le problème de l'automaticité des opérations.

Le principe de la solution était déjà donné par les régulateurs des machines à vapeur : il suffisait de faire commander par un tachymètre à force centrifuge les « contrôleurs », c'est-à-dire les organes qui, par un simple mouvement de rotation, suppriment ou insèrent les résistances et changent le couplage des moteurs. Il n'y avait, dans la réalisation mécanique, aucune difficulté. Et les résultats dépassèrent les espérances : la mise en vitesse des trains qui exigeait plus d'une minute dans la manœuvre à la main put se faire en moins de 20 secondes. Aussi la commande automatique se répandit-elle rapidement. Elle est à l'heure actuelle la seule employée sur les lignes métropolitaines ou les voies ferrées électrifiées ; le rôle du mécanicien est simplement de fixer à la vitesse (par exemple en limitant les déplacements du tachymètre) les valeurs maximums permises par le profil ou les tableaux de marche. Les appareils automatiques commandés par le régulateur effectuent d'eux-mêmes les connexions nécessaires.

II

Les excellents résultats réalisés avec la commande automatique des voitures motrices électriques proviennent de ce que les manœuvres sont effectuées *seulement alors* qu'elles sont devenues nécessaires, *immédiatement après* et surtout indépendamment de toute appréciation, de toute habileté, de toute attention du personnel chargé de leur exécution. Les mêmes raisons expliquent le succès obtenu par tous les dispositifs maintenant les constantes des distributions électriques à leur valeur normale, sans l'intervention d'agents toujours sujets à une défaillance (régulateurs de tension Tirill, Brown-Boveri, etc., maintenant constante la tension aux bornes des alternateurs ; régulateurs d'induction agissant à l'arrivée de chaque feeder, etc.). Mais l'automatisme allait donner de nouvelles preuves de sa valeur à l'occasion d'une opération extrêmement fréquente dans les stations centrales d'énergie électrique : la mise en parallèle des alternateurs sur le réseau.

On sait que cette manœuvre est d'une exécution assez délicate : le couplage de deux alternateurs exige, en effet, qu'ils aient même tension (une différence de quelques centièmes provoque des échanges de courants particulièrement intenses) et même fréquence (une différence de $\frac{1}{100}$ dans des vitesses de rotation maintenue pendant une demi-seconde produit les mêmes effets qu'un court-circuit). Enfin le déphasage des forces électromotrices par rapport à la tension aux bornes doit avoir une valeur convenable, sans quoi les charges se répartissent inégalement entre les générateurs. L'égalité des tensions se vérifie au moyen de volmètres différentiels, celle des fréquences et des déphasages au moyen d'appareils appelés *synchronoscopes* (1).

(1) Un tel appareil comporte essentiellement deux bobines fixes parcourues par des courants dérivés du premier alternateur et un cadre mobile parcouru par un courant dérivé du deuxième alternateur. Suivant que la fréquence du premier générateur est inférieure ou supérieure à celle du second, le cadre mobile tourne dans un sens ou dans l'autre. Dans le cas d'égalité des fréquences, l'angle du cadre mobile avec une des bobines fixes est égal au déphasage des forces électromotrices. Par suite l'égalité des fréquences et des phases correspond à l'immobilité du cadre dans une position déterminée.

Or dans quelles conditions s'effectue la mise en parallèle à la main ? Une fois que l'agent chargé de cette opération s'est rendu compte de la nécessité de mettre une machine de plus en service et a pris sa décision à cet égard, il doit surveiller les appareils de contrôle, régler les excitations des alternateurs, commander aux mécaniciens les manœuvres de vitesse. S'il laisse dépasser la position convenant à la mise en parallèle, il lui faut attendre que cette position ait été reprise. Et il doit fermer l'interrupteur, quand il estime enfin réalisées les conditions du couplage. Il n'est pas rare de voir d'excellents chefs électriciens mettre plusieurs minutes à effectuer un « accrochage ».

Au contraire l'appareillage automatique ne comporte aucune réflexion, aucune appréciation, aucune hésitation : le voltmètre différentiel commande par son aiguille les rhéostats d'excitation, réglant ainsi aux valeurs voulues les tensions des machines ; le synchronoscope commande le mouvement des interrupteurs de couplage, pourvu que l'égalité des fréquences et des phases se soit maintenue pendant un temps de l'ordre de la seconde. Ainsi s'explique que l'on puisse par ce moyen réaliser des couplages en des temps parfois inférieurs à 20 secondes et n'atteignant qu'exceptionnellement la minute.

III

Sous-stations automatiques (1). — Les conditions économiques nées de la guerre (augmentation du coût de la vie, réduction notable des heures de travail, réglementation très stricte des emplois du temps, etc.), ont entraîné l'obligation d'utiliser au mieux la main-d'œuvre et de supprimer toute celle qui n'est pas rigoureusement indispensable. Or dans les sous-stations de transformation d'énergie électrique, il est constant que la besogne des agents soit presque nulle ; en fait, elle se réduit à une simple surveillance, généralement de forme avec les machines modernes qui peuvent rester sous tension des mois sans le moindre incident ; de sorte que, en service normal, la présence d'un agent est à peu près inutile. Si d'autre part, il se produit un incident de service (court-circuit, emballement, etc.), celui-ci survient d'une façon ordinairement si brusque que le personnel n'aurait pour ainsi dire jamais le temps d'intervenir et que l'on a dû avoir recours, pour limiter les effets de l'incident, à des appareils à fonctionnement essentiellement automatique : disjoncteurs, appareils à force centrifuge, etc. De plus en plus, le rôle des agents dans ces sous-stations est réduit à mettre en service ou à retirer du réseau les machines suivant la demande d'énergie et à arrêter celles où se manifestent des incidents de marche *à évolution lente*, tels qu'échauffements de paliers, dégagement anormal de chaleur dans les enroulements, etc.

Or il est particulièrement facile de faire exécuter ces opérations automatiquement. Notons d'abord que dans les sous-stations où on doit transformer du courant alternatif en courant de même fréquence et de tension différente, on a depuis longtemps renoncé à maintenir un personnel permanent, tant est grande la sécurité des transformateurs statiques qui opèrent ce changement. Cette sécurité est même si grande que ces appareils ne reçoivent pas toujours l'entretien qui serait

(1) *Bulletin Thomson-Houston*, n° 26 ; *La Houille Blanche* (1921), p. 138 et p. 174.

nécessaire, tellement on est habitué à les voir rester sans incidents des années sous tension. Quand il s'agit de transformer du courant alternatif en courant continu, ou en courant alternatif de fréquence différente, une machine rotative est nécessaire (1). Or la mise en marche ou l'arrêt d'une telle machine peut être commandée soit à heures fixes (au moyen par exemple d'horloges déclenchant les relais de mise en route) soit quand l'exige la demande du courant (par exemple au moyen d'ampèremètres dont l'aiguille ouvre ou ferme des circuits convenablement établis). La machine sera protégée contre les courts-circuits ou les emballements par les dispositifs ordinaires des sous-stations non automatiques. Quant aux échauffements de paliers ou aux dégagements de chaleur dans les enroulements, ils peuvent être décelés avant qu'ils aient atteint une valeur dangereuse au moyen de thermomètres du genre des thermomètres enregistreurs et dont l'aiguille peut provoquer le déclenchement des interrupteurs par lesquels passe le courant alimentant la machine.

Il était donc extrêmement tentant de réaliser de pareilles sous-stations. Le problème s'était posé avant la guerre ; c'est pendant cette dernière que les Américains ont réalisé les premières installations ; c'est en 1919 seulement que l'Europe en vit une à Rieien (près de Bâle), exécutée par la maison Brown-Boveri. Un temps suffisant s'est écoulé pour permettre de les juger du double point de vue fonctionnement et économie.

Or la pratique s'est prononcée : « à l'heure actuelle, les sous-stations automatiques ne sont plus une expérience, mais un fait ». Une fois les appareils réglés, *les interruptions de service ne sont pas plus nombreuses dans les sous-stations automatiques que dans les autres et leurs conséquences ne sont pas plus graves*. Du point de vue financier, les appareils automatiques coûtent évidemment plus cher que les autres, d'autant plus d'ailleurs qu'il est nécessaire de prévoir un appareillage de secours commandé à la main. Ce matériel a aussi besoin d'être très soigneusement visité à intervalles réguliers, par un personnel de choix, donc fortement payé. Tout revient donc à savoir si les dépenses supplémentaires d'amortissement et d'entretien compensent les économies réalisées sur les agents de surveillance et les bâtiments qui peuvent être réduits, puisqu'il n'y a plus à assurer le logement des ouvriers. Or la Chicago Milwaukee C° estime à 4000 dollars par an l'économie nette qu'elle réalise sur chacune de ses sous-stations automatiques (2). Les installations de ce genre semblent donc appelées à un grand développement.

(1) On peut, il est vrai, employer pour transformer le courant alternatif en courant continu des redresseurs à vapeur de mercure, fondés sur le principe de la soupape Cooper-Hewitt, et dont certaines maisons (Brown Boveri et C^ie^, par exemple) font des modèles pour des puissances dépassant 1.000 KW. Toutefois ces redresseurs comportent toujours des organes accessoires rotatifs (pompes de circulation; trompes à vide; etc.), et d'autre part ils sont irréversibles, c'est-à-dire qu'ils ne permettent pas la transformation inverse. La traction électrique ne saurait donc se contenter de l'emploi exclusif de ces appareils, qui excluent la possibilité de la récupération sur les longues pentes. Pour ce dernier usage, les groupes moteur-générateur qui, par la récupération, permettent de réaliser des économies d'énergie dépassant 20 %, sont indispensables ; on sait d'ailleurs qu'ils fonctionnent parfaitement en parallèle avec les redresseurs, ce qui permet de constituer l'armement des réseaux électrifiés, partie par redresseurs, partie par groupes moteur-générateur.

(2) *General Electric Review* (1921), n° 6. Une des raisons pour lesquelles les installations automatiques sont économiques est qu'elles ne laissent jamais en action que le nombre minimum de machines; alors que dans le fonctionnement non automatique un ouvrier hésite à arrêter un groupe qu'il lui faudra, lors du besoin, plusieurs minutes pour mettre en vitesse. Les pertes sont ainsi réduites au minimum.

IV

Usines hydrauliques automatiques. — En présence de ces résultats, il paraissait tout indiqué de chercher à réaliser l'automaticité, non plus seulement des sous-stations de transformation, mais encore des stations génératrices. Il n'est pas pour l'instant question de stations thermiques, mais les Etats-Unis ont déjà établi des usines hydrauliques fonctionnant sans aucun personnel.

Ces usines appartiennent à deux types ; l'un est à fonctionnement entièrement automatique : quand le niveau atteint une certaine valeur à l'amont, les vannes admettant l'eau dans les turbines s'ouvrent sous l'action d'un moteur déclenché par un flotteur ; l'usine se met en marche et fonctionne tant que le niveau amont n'a pas été baissé au-dessous de la valeur primitive. Dans le second type [réalisé à Cédar Rapids (Iowa) par exemple] l'ouverture des vannes est commandée électriquement depuis une usine centrale, située à plus ou moins grande distance. La consistance des usines des deux types peut être celle de toute station génératrice : alternateurs du modèle ordinaire, c'est-à-dire excités par des courants continus, ce qui exige pour les turbines une vitesse de rotation rigoureusement constante. D'où l'emploi de régulateurs très puissants — pour pouvoir modifier instantanément la vitesse des masses d'eau en mouvement — et par suite très coûteux : certains d'entre eux arrivent à valoir plus cher que les turbines qu'ils règlent, spécialement quand cette dernière est de faible puissance (moins de 200 chevaux). Or dans les pays de houille blanche, il arrive constamment que l'on trouve dans le bassin du cours d'eau principal des chutes dont chacune est peu importante, ne peut par suite exiger pour son exploitation un gros matériel et un personnel permanent, mais dont l'ensemble peut fournir à l'usine centrale un appoint d'énergie très notable. Il convient donc de les équiper de la façon la plus économique et exigeant le moins de surveillance. L'usine automatique répond à ce dernier point. Quant au premier, on sait que le moteur d'induction tournant à une vitesse supérieure à celle correspondant au synchronisme (1) devient générateur et produit, *quelle que soit sa vitesse*, un courant de même fréquence que le circuit sur lequel il est branché. Il n'est donc plus besoin de régulateur pour la turbine, d'appareils de mise en parallèle, etc. ; la manœuvre d'un simple interrupteur suffit pour mettre en service ou retirer du réseau le générateur, qui devra d'ailleurs, en cas de marche automatique, être pourvu, ainsi que sa turbine, de dispositifs arrêtant tout le groupe lors d'un événement anormal. Il existe à notre connaissance aux Etats-Unis, plus de 25 usines de ce type (automatique avec générateur asynchrone). Une au moins est à l'étude en France.

Il est intéressant de voir sur cet exemple comment la technique moderne rejoint les premiers errements de l'industrie du courant alternatif. En présence de la difficulté que l'on avait au début à assurer de façon complète la marche en parallèle des alternateurs, en

(1) C'est-à-dire que son nombre de tours par seconde est supérieur à $f : p$, f étant la fréquence du circuit sur lequel le moteur est branché et p le nombre de paires de pôles du moteur.

raison de l'insuffisance des régulateurs des machines à vapeur, Maurice Leblanc avait prédit que l'usine génératrice de l'avenir comprendrait un alternateur *chef d'orchestre*, donnant la fréquence à plusieurs générateurs asynchrones fournissant la puissance. Les progrès de la régulation avaient fait oublier le rôle que peuvent remplir les machines d'induction ; le besoin de ne perdre aucune de ces quantités d'énergie actuellement si précieuses rendra peut-être à ces générateurs la place où les appellent leur simplicité de fonctionnement et leur commodité d'emploi.

A. Foch,
Chargé de Cours de Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1922).

Algèbre. M. *Auric* indique une méthode simple permettant de résoudre approximativement en nombres entiers l'équation $a_0x_0 + a_1x_1 = b$, où a_0, a_1, b sont des quantités quelconques, réelles ou complexes.

Analyse. Les travaux récents (1) de MM. Wolf, Borel, Denjoy sur les séries

$$(1) \qquad \Sigma \frac{A_\nu}{x - a_\nu}$$

et sur les fonctions quasi-analytiques sont l'origine d'une suite de Notes sur ces questions.

1. Antérieurement aux recherches de MM. Denjoy et Borel sur les fonctions quasi-analytiques. M. *Maurice Gevrey* avait considéré les fonctions $\varphi(x)$ telles que dans l'intervalle (a,b) on ait

$$\left|\frac{d^n\varphi}{dx^n}\right| < M\left[\frac{n\omega(n)}{R}\right]^n,$$

ω étant une fonction positive monotone quelconque. Il indique que les propriétés classiques des fonctions analytiques relatives aux fonctions composées ou implicites, aux équations différentielles ou aux dérivées partielles, subsistent pour ces nouvelles fonctions (qui comprennent les fonctions quasi-analytiques comme cas très particulie).

2. M. *Gaston Julia* montre par un exemple très simple que par l'intégration d'une série (1) convenablement choisie, on peut en déduire *une fonction multiforme non-analytique qui met en échec le théorème de Poincaré-Volterra* sur l'énumérabilité des branches d'une fonction multiforme analytique.

3. M. *Torsten Carleman* parvient à supprimer une restriction dans l'important théorème de M Denjoy ; en définitive, ce théorème peut maintenant s'énoncer ainsi : soit $f(x)$ une fonction de variable réelle possédant sur le segment (ab) une suite illimitée de dérivées, telle que $|f^{(n)}(x)| < M_n$ sur ab ; il suffit que $\sigma = \Sigma M_n^{-\frac{1}{n}}$ soit divergente (*sans satisfaire à aucune condition de régularité*) pour que $f(x)$ soit identiquement nulle, si $f(x)$ et toutes ses dérivées s'annulent en un seul point.

6. Si donc $f(x)$ est indéfiniment dérivable sur (ab), satisfait à $f^{(n)}(a) = 0$, et n'est pas identiquement nulle, σ est convergente, ce qui amène M. *Émile Borel* à poser le problème suivant : déterminer la plus grande limite des sommes σ pour les fonctions $f(x)$ indéfiniment dérivables sur (01) et telles que $f(0) = f'(0) = \ldots = f^{(n)}(0) = \ldots = 0$, $f(1) = 1$.

(1) *Voir* la *Revue* (1922), p. 18, 85 et 160.

10. Répondant à une autre question de M. Borel M. *Torsten Carleman* montre que si la série (1) s'annule sur un arc de courbe Γ, arbitrairement petit, situé dans un domaine déduit du plan après exclusion d'une infinité de cercles, et si l'on a

$$|A_n| < e^{-(\alpha+\varepsilon)n\log n}$$

(ε arbitrairement petit), tous les A_ν sont nuls.

4. Le degré de généralité des intégrales des systèmes d'équations aux dérivées partielles dépend des propriétés de certains *modules de formes algébriques* associées au système. M. *Maurice Janet* approfondit l'étude de ces modules, ce qui l'amène à établir de nouveaux liens entre la théorie des équations aux dérivées partielles et les travaux de M. Cartan sur les systèmes de Pfaff.

5. M. *Witold Wilkosz* montre que toute intégrale de l'équation $\Sigma \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} = 0$ qui a des dérivées secondes *finies et bien déterminées* est régulièrement analytique : il en résulte que dans la théorie du potentiel il devient désormais inutile de supposer la *continuité* des *dérivées secondes*.

7. M. *Gaston Julia* utilise la représentation conforme pour la recherche des solutions de l'équation $F[f(z), f(Sz)] = 0$: soit $D(Z)$ la surface de Riemann la plus étendue possible sur laquelle $F(Z,Z_1) = 0$ définisse une correspondance analytique biunivoque $(Z|Z_1)$ et qui soit invariante par cette transformation et son inverse. La représentation conforme par $Z = f(z)$ de $D(Z)$ sur $d(z)$ donnera ensuite $f(z)$ dans son domaine d'existence $d(z)$. L'Auteur applique sa méthode à l'équation $f(sz) = R[f(z)]$ (R, rationnelle).

8. Modifiant l'énoncé d'un problème résolu récemment par M. Appell, M. *George-J. Remoundos* cherche la courbe régulière la plus avantageuse (au point de vue de la longueur et du *maximum* de courbure) que l'on puisse employer pour raccorder deux demi-droites Les courbes obtenues sont des élastiques planes qu'il caractérise rapidement.

9. La méthode d'exposition du calcul différentiel absolu, donnée récemment par M. *René Lagrange*, fournit à cet Auteur différents résultats, tels que l'extension aux espaces S_n des théorèmes de Dupin, ou encore la proposition suivante : Tous les espaces pour lesquels les deux courbures totales d'une V_{n-1} sont égales sont ceux dont les covariants doubles de Riemann T_{ik} sont identiquement nuls.

11. Généralisant un théorème de M. Landau, M. *Spiridion Sarantopoulos* annonce qu'il a démontré algébriquement que toute équation telle que

$$a_\nu x^\nu + a_r x^{\nu_r} + \ldots + a_1 x^{\nu_1} + x + 1 = 0$$

possède au moins une racine dont le module ne dépasse pas une certaine constante (qui ne dépend que du nombre de termes de l'équation).

Géométrie infinitésimale. 1. M. *C. Guichard* recherche les réseaux de S_{2n} qui sont plusieurs fois Ω_{00}. Dans ce cas (1) m et n peuvent être rendus égaux, et le réseau est dit, alors, à rotations égales. L'Auteur applique en outre ses résultats à la théorie des congruences et des complexes linéaires.

2. M. *Bertrand Gambier* se propose de définir les correspondances entre deux surfaces S,S_1 telles que les lignes de longueur nulle de S correspondent aux asymptotiques de S_1 ; le problème dépend de l'intégration d'un système aux dérivées partielles de forme assez compliquée, et dont il indique diverses solutions particulières.

Géométrie. 1. Jusqu'à présent, le tenseur de la gravitation d'Einstein n'avait été envisagé qu'à un point de vue purement analytique, en partant du calcul différentiel absolu. M. *E. Cartan* en donne *une interprétation purement géométrique* remarquable. Il commence par montrer comment on peut ramener la statique d'un milieu continu élastique à la déformation (non-euclidienne) de l'espace qui le contient : la tension du milieu ne fait que traduire physiquement la déformation de l'espace.

2. L'extension de cette conception à un Univers à quatre dimensions exige l'introduction de la notion de transport par parallélisme (au sens de M. Levi-Cività). Or, fait bien digne de remarque, cette dernière notion peut être exposée à un point de vue exclusivement géométrique; on est alors ramené à la théorie du repérage des *trièdres mobiles*; et, en plus d'un point, les résultats obtenus se rattachent aux travaux de MM. E. et F. Cosserat sur l'action euclidienne.

Mécanique. M. *Frontard* forme l'équation de la courbe de glissement des massifs en terre cohérente ; il retrouve l'équation différentielle que J. Résal avait indiquée (avec une erreur de signe). Contrairement à l'opinion de cet Auteur, l'équation peut être intégrée ; pour les matières parfaitement glissantes (beurre, saindoux, glace, argile...) la courbe est un arc de cycloïde ; dans tous les cas, c'est une cycloïde déformée homologiquement.

René Garnier.

Sur les avantages comparés des Abaques hexagonaux et des Abaques à points alignés. — Dans une récente communication à l'Académie des Sciences (2), M. Ch. Lallemand a fait une comparaison détaillée entre les deux grands types généraux d'abaques : les abaques hexagonaux créés par lui en 1885, et les abaques à points alignés, imaginés en 1891 par M. d'Ocagne.

Tout abaque, dit M. Lallemand, étant une mosaïque de points cotés, dont chacun est déterminé, sur le plan, par la rencontre de deux lignes au plus, on ne saurait concevoir aucun système d'abaques dont les éléments primordiaux dépendraient chacun de plus de deux variables. Pour qu'une relation entre plusieurs données puisse être traduite en abaque, il faut donc et il suffit qu'elle soit dissociable, algébriquement ou graphiquement, en fonctions dépendant chacune de deux variables au plus. Dans le cas général d'une somme de produits de semblables fonctions, les échelles multiples, représentatives des divers produits individuels, s'obtiennent, dans la méthode des points alignés, exactement comme pour les abaques hexagonaux. La seule différence réside dans le mode d'assemblage de ces échelles. Dans le second cas, on les dispose perpendiculairement aux 3 diamètres de l'indicateur hexagonal ; dans le cas des points alignés, on les place parallèlement à 3 supports, parallèles eux-mêmes et recoupés obliquement par l'unique index.

De ce fait, l'estime des fractions de division est plus aisée et plus précise sur les abaques hexagonaux, dont la construction, par ailleurs, est plus simple. Par contre, les abaques à points alignés sont plus faciles à construire dans le cas de trois variables seulement et ils sont moins sensibles aux erreurs provenant des inégalités de la dilatation du papier.

En outre, pour certaines formules à quatre variables, chacune d'elles, dans l'abaque en points alignés, se trouve figurée sur une seule échelle ou sur un seul réseau de points à deux côtés, alors que l'abaque hexagonal correspondant obligerait à répéter une ou deux variables sur plusieurs échelles distinctes, ce qui serait une inutile complication.

En résumé, il n'existe pas de type général d'abaques invariablement supérieur à tous les autres. Le choix à faire entre les diverses méthodes, dans chaque cas particulier, dépend de la forme de l'équation et des conditions du problème.

Tant que la construction d'un abaque, qu'il soit hexagonal ou à points alignés, se réduit au tracé de 3 échelles rectilignes, l'opération est à la portée du plus grand nombre des techniciens ; mais, dès qu'on est obligé de recourir à des échelles moins simples, elle devient une véritable œuvre d'art, qu'il est préférable de confier à des spécialistes entraînés à ce genre de travaux. C'est grâce à la création d'un bureau *ad hoc* que M. d'Ocagne a pu, durant la guerre, établir, pour les besoins de l'armée, les nombreux abaques qui ont rendu à celle-ci tant de services.

S. R.

Physique

Audition et résonance. — On a trouvé récemment de nouveaux arguments, d'ordre expérimental, en faveur de l'hypothèse déjà ancienne selon laquelle l'audition serait basée sur des phénomènes de résonance.

L'étude de la téléphonie à longue distance a montré notamment que, dans les circuits électriques, les notes basses se propagent plus rapidement que les notes élevées, en raison de l'impédance de ces circuits. Les sons mixtes doivent, par suite, parvenir au récepteur avec des relations de phases, entre les sons simples, aigus et graves qui les composent, tout à fait différentes de celles existant au départ.

Et cependant, même des sons ayant la complexité de ceux qui composent la parole ne subissent que de faibles changements apparents de qualité du fait de la transmission ; conclusion valable du reste dans le cas de la téléphonie sans fil.

Ces faits suggèrent que l'oreille doit être impressionnée par les sons simples d'une façon qui ne dépend en rien de leurs phases relatives, et que par suite une véritable analyse harmonique doit s'opérer dans l'organe de Corti. Un examen des différents types d'analyseurs harmoniques employés en physique montre que l'analyse harmonique s'accomplit toujours au moyen d'une série de résonateurs. Il est présumable, par suite, que l'oreille doit aussi contenir des résonateurs.

Pour essayer de confirmer ces prévisions, MM. Consens et Hartridge, de *King's College* (Cambridge) ont

(1) *Voir* la *Revue* (1922) p. 160.
(2) Séance du 30 janvier 1922, p. 253.

fait l'expérience suivante : Deux diapasons, entretenus électriquement et émettant des sons simples, sont disposés de façon à vibrer indépendamment l'un de l'autre (circuits et supports séparés). Les sons qu'ils émettent peuvent parvenir simultanément à l'oreille de l'observateur. Les hauteurs des notes émises sont dans le rapport de 1 à 3, rapport qui donne lieu à de notables changements de forme de la courbe d'inscription du son résultant, lorsqu'on fait varier la différence de phase. On fait fonctionner sans arrêt le diapason aigu, et on met en marche le second par intermittences, irrégulières du reste, pour faire varier la différence de phase. Or, l'observateur ne put constater aucun changement dans la qualité de son résultant.

Ainsi, l'excitation de l'oreille par un son complexe paraît être tout à fait indépendante des phases relatives des sons simples composants, et l'on doit en conclure que l'oreille effectue une véritable analyse harmonique des sons qu'elle perçoit, comme si elle disposait de véritables résonateurs. L. Br.

Chimie physique

Sur l'ionisation des gaz pendant les réactions chimiques. — 1. Dans un travail publié en 1918 (*Journal de chimie physique*, t. XVI, p. 201, 1918. — V. également. *Revue Scientifique*, 2-9 novembre 1918, p. 657), M. A. Pinkus a établi que la réaction entre l'oxyde azotique et le chlore en excès est accompagnée d'une ionisation qui, se produisant à froid et dans une phase entièrement gazeuse, ne peut être rattachée à un phénomène physique (incandescence, luminescence, barbottage, clivage, etc.) comme beaucoup d'autres cas d'ionisation, et ne peut avoir pour origine que le processus chimique lui-même. MM. A. Pinkus et de Schulthess ont effectué plus récemment une nouvelle série de recherches en vue d'étendre à d'autres réactions ce premier résultat positif (V. *Journal de chimie physique*, t. XVIII, 31 décembre 1920, p. 366, et *Helvetua Chemica Acta*, t. IV, mars 1921, p. 288).

L'appareil et la méthode de mesure sont restés les mêmes que précédemment : la réaction se produit dans un ballon en verre de 250 cm³ de capacité, muni d'une électrode en platine iridié fixée à l'intérieur du ballon et reliée à un électromètre sensible; on introduit dans le ballon, au début de l'expérience, l'un des deux gaz devant réagir, on charge l'électrode à un potentiel donné, et on observe la vitesse de déperdition avant et après l'introduction du deuxième gaz dans le ballon. L'ionisation, quand elle se produit, se manifeste immédiatement par une accélération de la vitesse de décharge de l'électromètre, accélération d'autant plus marquée, toutes choses égales d'ailleurs, que l'ionisation est plus intense. Le dispositif employé est suffisamment sensible pour déceler avec certitude quelques centaines de charges élémentaires extraites par seconde de chaque cm³ du gaz étudié.

2. Les expériences ont porté tout d'abord sur le système chlore-oxyde azotique donnant la réaction

$$2\,NO + Cl^2 = 2\,NOCl$$

Sur 96 expériences effectuées sous des pressions variant entre 100 et 950 mm. de mercure et pour des proportions de gaz comprenant de 0,2 à 55 volumes de chlore pour 1 d'oxyde azotique, l'ionisation s'est manifestée nettement dans 58 expériences, soit dans les 60 % des cas. Les résultats positifs ont été obtenus aussi bien avec une charge positive qu'avec une charge négative de l'électrode, ce qui implique la formation d'ions des deux signes. L'analyse des conditions des expériences montre que les faits observés ne peuvent être attribués à aucune cause perturbatrice : de nombreuses expériences à blanc, effectuées dans les mêmes conditions que les expériences avec les mélanges réagissants, ont montré que la vitesse de décharge de l'électromètre se poursuit toujours avec une parfaite régularité lorsque l'électrode est plongée dans le vide ou dans un gaz quelconque non ionisé; aucun effet sensible ne se produit lors de l'introduction du chlore ou de l'oxyde azotique dans le ballon vide ou contenant déjà le même gaz sous une pression plus faible. D'où la conclusion que la réaction entre le chlore et l'oxyde azotique est accompagnée d'une ionisation bipolaire due exclusivement au processus chimique. Un excès de chlore favorise l'ionisation.

3. MM. Pinkus et de Schulthess voulant étudier une réaction gazeuse de dissociation moléculaire ont choisi la décomposition de l'ozone :

$$2O^3 = 3O^2$$

qui a été signalée à plusieurs reprises comme accompagnée d'une émission de centres chargés, sans que ce fait ait pu être démontré, jusqu'ici, d'une façon définitive. Les résultats ne sont pas très nets avec l'ozone pur dont la décomposition est toujours très lente. L'introduction d'un catalyseur, tel que le chlore, qui accélère la dissociation, favorise également l'ionisation. Sur 21 expériences faites sous des pressions partielles de l'ozone comprises entre 24 et 210 mm. de mercure, et des proportions volumétriques de 0,1 à 9,5 de chlore pour 1 d'ozone, 17 ont fourni une ionisation notable, d'où 81 % de résultats positifs.

L'effet a été le plus souvent très intense, correspondant à un nombre d'ions captés par seconde compris entre $7\,4\,10^3$ et $1,3\,10^5$ par centimètre cube. La durée de l'effet semble d'autant plus grande que la décomposition de l'ozone se fait plus lentement; ainsi, le nombre de charges élémentaires captées par l'électrode, par cm³ et par seconde, est resté sensiblement constant pendant toute la durée des mesures dans les expériences effectuées avec l'ozone seul ou en présence de faibles quantités de chlore (réactions lentes), et ce nombre a diminué au contraire très rapidement avec le temps dans les expériences faites en présence d'une forte proportion de chlore (réactions rapides); ces résultats indiquent nettement qu'il existe une relation de cause à effet entre la décomposition de l'ozone et l'émission de charges qui l'accompagne.

4. L'oxyde azotique et le peroxyde d'azote réagissent très énergiquement avec l'ozone qu'ils détruisent instantanément en donnant de l'anhydride azotique. La décomposition de l'ozone étant accompagnée d'une ionisation d'autant plus intense que la décomposition est plus rapide, on peut prévoir que les deux réactions indiquées doivent donner lieu à des effets électriques particulièrement intenses. L'expérience a confirmé cette prévision.

12 expériences ont été faites, 8 avec l'oxyde azotique et 4 avec le peroxyde d'azote; la pression partielle de l'ozone a varié de 5 à 17 mm. de mercure dans les expériences avec NO, de 9 à 104 mm. dans les expériences avec NO^2 ; le rapport volumétrique $NO^2 : O^3$ a varié de 3,6 à 78, le rapport $NO^2 : O^3$, de 6,66 à 7,5. L'ionisation a été constatée dans toutes les expériences avec le peroxyde d'azote et dans deux expériences avec l'oxyde azotique. L'effet a toujours été extrêmement intense, au point de produire, le plus souvent, la

décharge instantanée de l'électromètre dès la mise en contact des gaz réagissants. Le caractère bipolaire de l'effet a pu être vérifié dans le cas du peroxyde d'azote; avec l'oxyde azotique, l'ionisation n'a été constatée que dans deux expériences effectuées avec une charge positive de l'électrode. Dans tous les cas où l'ionisation a été constatée, la réaction a été accompagnée d'une flamme ou d'une explosion, souvent des deux à la fois; mais l'inflammation du gaz s'est produite dans plusieurs expériences où aucune ionisation n'a été constatée, si bien qu'il semble n'y avoir aucune raison de considérer les effets observés comme dus à l'action de la flamme.

5. MM. Pinkus et Schulthess formulent les deux conclusion suivantes :

1° Les réactions chimiques peuvent donner lieu à une ionisation bipolaire intense des milieux gazeux au sein duquel se produit la réaction et cela indépendamment de toute action ionisante d'origine physique ;

2° L'ionisation produite par une réaction chimique donnée est d'autant plus intense, toutes choses égales d'ailleurs, que la vitesse de la réaction est plus grande.

A. Bc.

Anthropologie

Les silex tertiaires d'Ipswich. — La question des primes origines de l'homme est restée jusqu'à ce jour l'un des problèmes qui préoccupent le plus les anthropologues. La plus ancienne industrie humaine a été rencontrée jusqu'à la base du quarternaire ancien, mais au-delà, ce n'est encore que le vague sinon l'obscurité complète.

Cependant, un fait nouveau vient de se produire par la découverte, faite à Ipswich (Angleterre), de silex taillés trouvés, par M. J. Reid Moir, dans une couche tertiaire.

Les découvertes faites antérieurement, notamment en France, à Thenay et à Puycourny et en Belgique, à Boncelles, restaient indécises et susceptibles de graves objections, mais il n'en est plus de même avec les silex d'Ipswich.

Cette localité, située près de Cambridge, et qui a été admirablement étudiée par plusieurs géologues et paléontologues, a révélé à M. J.-R. Moir l'existence de silex taillés existant dans des couches régulièrement stratifiées, sans aucun remaniement, dont les plus récentes remontent au Néolithique, les plus anciennes descendant jusqu'à la base des couches supérieures du tertiaire de cette région : le crag rouge. Le problème est donc ici beaucoup plus simple que dans les gisements français et belges indiqués plus haut : les fouilles et les recherches considérables effectuées par M. Moir lui ont permis de recueillir un nombre important de spécimens dont la plupart sont très caractéristiques.

Il y a lieu, tout d'abord, de bien identifier le terrain (crag rouge) à la base duquel la découverte a été faite ; or, les observations faites par les géologues anglais ne laissent subsister aucun doute. La faune de mollusques, parfaitement déterminée, se compose d'un très grand nombre d'espèces comprenant tous les types caractéristiques de ce niveau dont l'âge est indiscutable. A la base, l'abbé Breuil a constaté l'existence d'un véritable sol sur lequel il a recueilli des silex ayant subi l'action du feu ainsi que des silex taillés, en nombre restreint du reste, qui se groupent exactement comme dans nos gisements quaternaires des alluvions du Nord de la France.

L'étude de ces silex a permis de reconnaître sur une quarantaine d'entre eux les caractères d'une taille intentionnelle indiscutable, particulièrement sur six pièces, racloirs ou pointes du type moustérien, dont nous devons la communication à M. Moir lui-même qui en possède environ une vingtaine semblables, d'après l'abbé Breuil qui les a examinées sur place. (Fig. 28.)

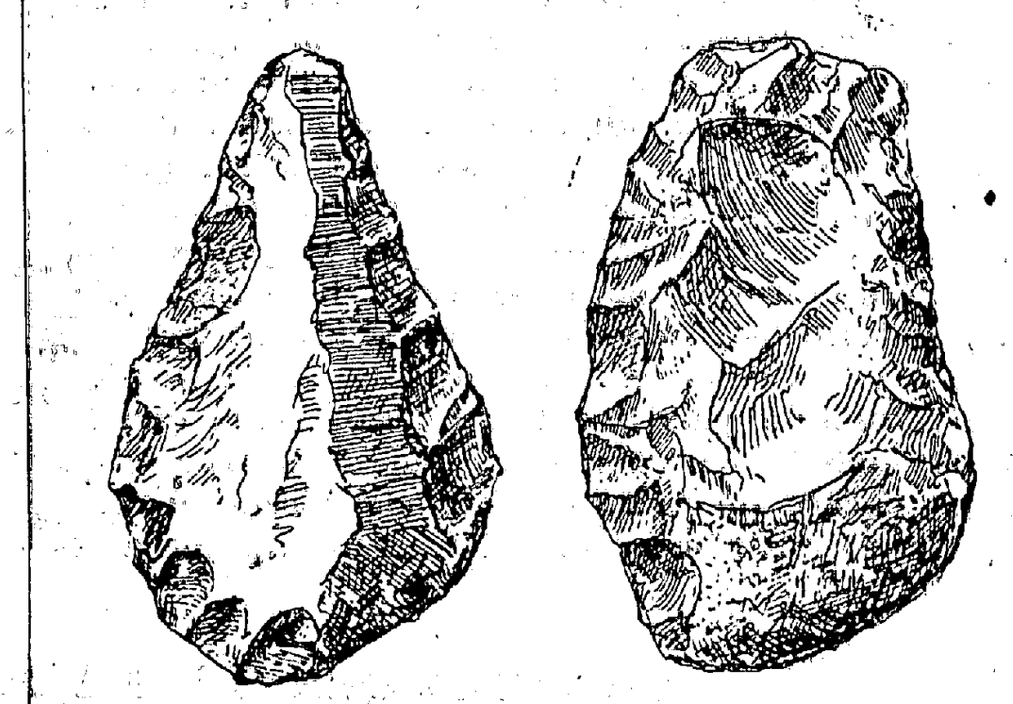


Fig. 28. — Outils taillés en silex, du tertiaire Ipswich.

Bien entendu, au cours de cet examen très sévère, toutes les objections résultant de la possibilité d'actions mécaniques ou atmosphériques capables d'avoir pu donner à ces instruments une apparence de taille, ont été envisagées et durent être rejetées.

Les indications de niveau relevées par M. Moir ont été contrôlées par plusieurs géologues de Cambridge ; en outre, l'abbé Breuil, dont on connaît la haute autorité en la matière, a tenu, en présence de l'importance de la découverte, à faire, *in situ*, une étude de la question et ses conclusions furent complètement favorables à l'existence, en ce point, d'une industrie humaine tertiaire : conclusions basées sur l'identification des silex et leur position stratigraphique.

La taille intentionnelle des silex d'Ispswich, reconnue authentique, constitue un fait considérable pour l'histoire de l'Homme dont l'origine se trouve ainsi reculée à une époque formidablement éloignée.

Dr Capitan,
Professeur au Collège de France et à l'Ecole d'Anthropologie.

Microbiologie

Propriétés des bacilles tuberculeux biliés. — En 1908, M. A. Calmette a découvert que le bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé sur pommes de terre cuites dans la bile de bœuf glycérinée à 5 pour cent, perd peu à peu, quand on lui fait subir un grand nombre de passages sur ce milieu, son pouvoir tuberculigène. Il acquiert en même temps des propriétés particulières qui permettent de l'utiliser pour vacciner les jeunes bovidés. Ainsi immunisés, ceux-ci présentent une résistance manifeste à l'infection naturelle ou provoquée par les bacilles tuberculeux virulents. Cette résistance persiste aussi longtemps que les animaux traités conservent dans leurs organes lymphatiques des bacilles atténués vivants ; elle cesse dès que les bacilles-vaccins ont été éliminés par les voies naturelles d'excrétion.

L'étude de ces bacilles biliés vient d'être continuée par MM. Calmette, Boquet et Nègre qui ont étudié leur

action sur divers animaux, autres que les bovidés, sensibles à l'infection tuberculeuse. Leurs recherches ont été poursuivies parallèlement sur des animaux neufs et des animaux préalablement injectés de bacilles virulents ; ils ont effectué leurs essais avec des cultures du 200e au 235e passage en milieu bilié, recommencées tous les quinze jours et maintenues à 38° (*Annales de l'Institut Pasteur*, septembre 1921).

Ces auteurs ont inoculé des bacilles biliés au cobaye, au lapin, au chien, au singe et au cheval. Ils ont constaté notamment sur les animaux sains, que le cobaye, pourtant si sensible au bacille tuberculeux virulent, reste en parfaite santé après l'injection sous-cutanée d'un milligramme de bacille bilié ; il semble bien en être de même du singe, également très sensible à la tuberculose. Par contre le cheval présente une sensibilité plus grande au bacille bilié que les petits animaux de laboratoire ; une forte inoculation intra-veineuse lui cause une maladie fébrile, d'allure typhique, assez bénigne et qui ne s'accompagne d'aucune formation nodulaire. Les inoculations pratiquées à des animaux tuberculeux ont permis à MM. Calmette, Boquet et Nègre de constater que les bacilles biliés, même à fortes doses, répétées, ne produisent aucune aggravation de la maladie. Enfin, ces mêmes auteurs ont recherché s'il est possible à l'aide de bacilles tuberculeux biliés de rendre le cobaye résistant à l'infection expérimentale par le bacille virulent. D'une manière générale, ils ont constaté que l'injection intra-cardiaque de bacilles biliés permet de conférer au cobaye un certain degré de résistance : la durée de celle-ci ne pourra, bien entendu, être établie que par des observations très longtemps poursuivies. En tout cas, MM. Calmette, Boquet et Nègre, peuvent dès maintenant affirmer, ce qui est déjà du plus grand intérêt, « que l'infection tuberculeuse évolue d'une manière toute différente chez les cobayes primitivement traités par l'injection intra-cardiaque de bacilles biliés que chez les témoins ».

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Aéronautique

Les tendances actuelles de l'aéronautique. — Le lieutenant-colonel Paul Renard a fait récemment une conférence à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, sur « *Les tendances actuelles de l'Aéronautique d'après le Salon de* 1921 ». Le conférencier a souligné tout d'abord l'importance énorme qu'avait prise la catégorie des appareils plus lourds que l'air, les aéroplanes dont le poids et les dimensions ont atteint des proportions énormes. (*Bulletin de la Société d'encouragement*).

Au point de vue de la construction générale, de grands progrès ont été réalisés aussi bien dans la perfection des divers organes que dans la régularité des formes, perfection qui laisse loin en arrière les appareils d'avant-guerre.

Les grandes dimensions donnent à l'avion une grande vitesse et une grande capacité de transport car la force sustentatrice est proportionnelle à la surface portante et au carré de la vitesse horizontale. Ces deux qualités sont celles que l'on recherchait pendant la guerre pour les avions de bombardement; ce sont les mêmes qu'il faut obtenir pour l'avion commercial, le *transporteur*, qui doit emporter une forte charge utile et avoir un grand rayon d'action, c'est-à-dire charger un fort poids de carburant.

Au point de vue de la force motrice, les progrès ne sont pas moins considérables : en 1908, le premier appareil de Wright ne disposait que de 25 chevaux ; aujourd'hui, on construit des aéroplanes dont la puissance atteint jusqu'à 1.000 chevaux, et une vitesse de 200 kilomètres par heure.

La grande puissance motrice est aussi une nécessité impérieuse pour la sécurité. Autrefois, on n'employait qu'un moteur « tangent », c'est-à-dire juste capable de donner la force sustentatrice nécessaire dans des conditions favorables et exceptionnelles. L'avion ne pouvait monter très haut et il était à la merci de la moindre variation atmosphérique. Aujourd'hui, tous les avions sont pourvus de moteurs aussi « surabondants » que possible, de façon à se jouer des caprices de l'atmosphère et à « plafonner » très haut. Le plafond est l'altitude à laquelle le moteur, qui était surabondant au sol, est devenu tangent en l'air.

Grâce à l'emploi du turbo-compresseur imaginé par M. Rateau qui utilise la force motrice restante des gaz d'échappement pour comprimer l'air qui alimente le moteur, on peut grandement dépasser les plafonds de 5.000 à 6.000 m. qui étaient courants à la fin de la guerre. Un haut plafond donne d'ailleurs de la sécurité ; la zone dans laquelle on est forcé d'atterrir en cas de panne, croissant comme le carré de la hauteur et permettant à l'aviateur de choisir un meilleur point d'atterrissage.

La sécurité, secondaire pendant la guerre, est aujourd'hui capitale : tout avion est essayé « au sable » pour mesurer son coefficient de sécurité (quotient de la charge de rupture ou de celle qui produit la première déformation permanente par la charge de travail). L'essai consiste à retourner l'avion sens dessus dessous et à charger ses surfaces portantes de sable, de façon à imiter la pression de l'air en marche, et cela jusqu'à déformation permanente ou dislocation. Le coefficient de sécurité atteint couramment aujourd'hui la valeur 6.

L'appareil que les frères Wright montaient en 1908 a été essayé au sable trois ans plus tard : son coefficient de sécurité n'était que de 1,75 (rupture) ; aussi les frères Wright ne volaient-ils que quand les conditions atmosphériques étaient très favorables. Un faible coefficient de sécurité met à la merci des brusques changements atmosphériques, des coups de vent ; il ne permet pas les acrobaties que le pilote doit toujours pouvoir exécuter pour sa sécurité.

L'aviation commerciale songe aussi aux conditions économiques ; c'est une préoccupation qu'on n'a jamais eue avant 1914 et qui était hors de question pendant la guerre. Au Salon de 1921, les constructeurs n'ont pas manqué d'indiquer pour chaque appareil sa consommation horaire de carburant.

Il est difficile d'établir des statistiques concernant les accidents dus à l'aviation commerciale en ce moment ; il semble bien cependant que la sécurité en avion soit moins grande qu'en chemin de fer. Les sta-

tistiques de 1912 permettent pourtant de tirer des conclusions intéressantes. A cette époque, sur 100 accidents, 50 étaient imputables au pilote, 32 à une mauvaise construction, 12 aux caprices atmosphériques, 6 à des causes inconnues.

Les 50 accidents imputables aux pilotes se partageaient en 25 dus à leurs inaptitudes naturelles, 19 à l'insuffisance de leur instruction, 6 à leur imprudence. Les 32 accidents imputables à une mauvaise construction se partageaient en 13 dus à des fautes lourdes qu'on ne commettra jamais plus et 19 à l'ignorance de l'époque.

Actuellement, les accidents les plus fréquents sont dus soit à une défaillance du moteur, soit au glissement sur l'aile, provoqué par une mauvaise manœuvre.

Quant aux pilotes, ils sont choisis parmi ceux qui présentent les plus sérieuses aptitudes professionnelles, physiologiques et psychiques. **L. Ft.**

Océanographie

La Recherche des Bancs de Poissons. — Un des buts principaux de l'océanographie biologique est d'augmenter le rendement de la pêche en étudiant, et en cherchant à prévoir, les migrations des poissons. Les températures de la mer à la surface et en profondeur, la densité, la salinité, la transparence de l'eau de mer, le plancton sont les principaux facteurs dont il faut tenir compte dans ce genre d'études. Mais il faut de patientes recherches pour arriver à un résultat positif. Quelque brillants que soient les travaux accomplis par les océanographes, ce résultat n'est pas encore atteint, et on ne peut pas affirmer actuellement qu'un navire pêcheur, qui part avec un océanographe à son bord, fera une meilleure pêche que ses concurrents.

En attendant que l'océanographie biologique découvre les lois qui régissent l'abondance du poisson sur nos côtes, et indique s'il faut pêcher en un endroit plutôt qu'en un autre, des armateurs éclairés ont essayé de réaliser immédiatement un but plus modeste : annoncer rapidement aux pêcheurs, sans vouloir en déterminer les causes, les endroits où le poisson est abondant ou non. Si ce problème est résolu, les pêcheurs se précipiteront tous aux endroits poissonneux, au lieu de pêcher à l'aveuglette comme ils le font aujourd'hui et d'attendre que le poisson vienne à eux, en maugréant s'il ne vient pas.

La télégraphie sans fil a permis de résoudre en partie le problème. Grâce à elle, tout navire, qui rencontre un banc de poisson, peut prévenir les autres pêcheurs de sa découverte. Il est donc très important d'installer à bord des chalutiers à vapeur des postes de T. S. F.

Le *Bulletin de la Société d'océanographie de France* a consacré, dans ses derniers numéros, plusieurs articles à la question.

La Télégraphie sans Fil a été appliquée aux besoins de la pêche pour la première fois en France au cours de l'année 1911 sur les chalutiers d'Arcachon. Depuis 1918, l'extension de la T. S. F. à bord des chalutiers a été très rapide. A la fin de 1918 on comptait 30 chalutiers utilisant la T. S. F. ; à la fin de 1919, on en comptait 65 ; 90 en 1920, 181 à la fin de 1921.

Les postes d'un kilowatt, employés sur les chalutiers, sont essentiellement constitués par les groupes d'appareils suivants :

Un convertisseur, alimenté par un moteur à essence, si le chalutier ne possède pas de distribution électrique ;

Un ensemble d'émission, qui groupe en un meuble peu encombrant, les différents appareils de la transmission, et dont la face antérieure, constituée par un panneau de marbre, supporte les organes de manœuvre et les appareils de contrôle ; un appareil récepteur, qui permet au radiotélégraphiste de recevoir non seulement les émissions des navires et des stations côtières, mais encore les bulletins météorologiques et les signaux horaires émis par les grandes stations.

Ce poste réalise une portée de 300 à 400 milles, lorsque la mâture du navire permet de placer une antenne suffisamment élevée pour pouvoir rayonner dans de bonnes conditions.

Un poste d'un demi kilowatt a été récemment établi et permet des portées de 250 à 300 milles avec une consommation d'énergie très faible : un moteur d'un cheval et demi suffit pour l'alimenter.

Dans les derniers jours du mois d'août 1921, la T. S. F. a reçu à bord des chalutiers de Boulogne une application fort intéressante, qui suffirait à elle seule à démontrer son importance au point de vue de la pêche. Les bateaux de pêche, qui recherchaient le hareng dans le Canal de Bristol, n'en prenaient que fort peu ; à 40 milles de là, un chalutier boulonnais, ayant trouvé un banc important de maquereaux, se hâtait par T. S. F. de prévenir les camarades de cette aubaine. Tous les pêcheurs rallièrent aussitôt, et à chaque coup le chalut rentra plein. Certains navires pêchèrent plus de 25 tonnes de poisson en une seule journée.

D'intéressantes expériences sont actuellement en cours pour utiliser à bord des chalutiers les postes de téléphonie sans fil, qui sont peu encombrants et ont un rendement excellent. La simplicité de leur manœuvre les rend très pratiques et à la portée de tout le monde.

L'application de la navigation aérienne à la pêche permettra de développer, d'une façon sans doute fructueuse, la recherche directe des bancs de poissons. M. Heldt, directeur de la station aquicole de Boulogne-sur-mer, a fait à ce sujet de très intéressantes expériences à bord d'un dirigeable et à bord d'un avion.

D'un appareil aérien on reconnait facilement les accidents et la nature du fond et cette reconnaissance a déjà un intérêt pour la pêche. Mais lorsqu'on vole à une altitude assez basse, surtout en dirigeable, il est possible de distinguer les poissons eux-mêmes, qui apparaissent comme de petites taches oblongues.

Si l'on survole un banc on aperçoit toutes ces petites taches semblablement orientées. Les bancs de sardines effectuent avec un ensemble de brusques changements de direction, tantôt à droite, tantôt à gauche. A chacune de ces volte-faces, le soleil en jouant sur les écailles brillantes de leur corps produit un scintillement caractéristique.

La vitesse des appareils aériens et leur grand champ de vision permettent d'explorer en peu de temps de vastes étendues et, une fois le poisson trouvé, il est facile de prévenir les pêcheurs.

La recherche des bancs de poissons par avion est entrée dans le domaine de la pratique en Amérique, où plusieurs fabriques de conserves de poissons possèdent un avion dans le but d'augmenter le rendement de l'usine.

M. Heldt voit même une utilisation des dirigeables et des avions tout à fait particulière à la pêche à la sardine. On sait qu'une des déceptions de cette pêche est que parfois, sans aucune raison apparente, le poisson, quoique abondant, ne se laisse pas prendre dans les filets dérivants employés pas les pêcheurs bretons. « La sardine ne maille pas » disent les pêcheurs. Peut-être que le fracas des moteurs à basse altitude, venant jeter l'effroi dans le banc, déciderait-il alors les sardines à mailler. J. R.

Navigation

Les Hydroglisseurs aux colonies. — Les hydroglisseurs, ces bateaux à fond plat qui effleurent à peine la surface de l'eau lorsqu'ils sont lancés à toute vitesse, l'avant soulevé, sous la puissante impulsion d'une hélice aérienne, sont particulièrement avantageux sur les cours d'eau peu profonds. Aussi ce mode de navigation commence-t-il à faire l'objet d'intéressantes applications ; le gouvernement français en a décidé l'emploi dans plusieurs de nos colonies, et les visiteurs du salon de l'Aéronautique ont eu l'occasion d'y voir le modèle d'hydroglisseur destiné au service particulier des gouverneurs.

De nombreux modèles de ce type, avec ou sans carrosserie fermée, ont accompli des raids importants. En Indo-Chine, le capitaine Guyomar a parcouru le trajet de Saïgon à Angkor en 16 heures 47 minutes, et effectué sans difficulté le voyage, en pleine mer, de Haïphong à Mongay, dont la distance est de 480 kilomètres. Le parcours de Phom-Penh à Khône, à travers des rapides réputés très dangereux, est difficile à entreprendre par les moyens ordinaires, c'est-à-dire en chaloupe à vapeur ou en pirogue, et demande habituellement 7 jours environ : or, sur un hydroglysseur, le capitaine Guyomar, accompagné du colonel Ibos, ne mit que 9 heures 13 minutes, pour arriver à Khône. En mai 1920, le lieutenant Guerteau parvint à remonter le fleuve Rouge, jusqu'à la frontière de Chine. A la suite de ces explorations très remarquées à travers les fleuves d'Indo-Chine, difficilement navigables, des félicitations officielles furent adressées aux pilotes et aux constructeurs.

En Chine, plusieurs hydroglisseurs sillonnent le Yang-Tsé et remontent à travers ses fameux rapides, jusqu'à Tchong-King. Le capitaine Roques, attaché des services aériens à Pékin, en fut plusieurs fois le pilote.

Si, de l'Asie, nous passons à l'Afrique, nous voyons des hydroglisseurs utilisés à la Côte-d'Ivoire, au Dahomey et sur le Niger, où le capitaine Odic, accompagné de M. Hirsch, accomplit le voyage de Koulikoro-Kabara (Tombouctou), en 17 heures 40. Le retour s'acheva en 15 heures 40, soit, pour les 1.800 kilomètres ainsi parcourus, une vitesse moyenne de 57 kilomètres et demi à l'heure. M. Devillard, qui, depuis, a organisé un service d'hydroglisseurs sur le lac de Genève, à Evian, avait accompli, au Dahomey, le parcours de Porto-Novo à Lagos, soit 96 kilomètres, en 1 heure 40, alors que les services réguliers mettaient 11 heures. Sur le Congo, M. de Kersauson a effectué un voyage très remarquable de 1.500 kilomètres, sur un bateau glisseur.

En Mésopotamie, 20 bateaux de ce genre avaient été mis en service pendant la guerre. Ils ont navigué, ou plutôt glissé, sur les eaux de l'Euphrate et du Tigre, allant de Bagdad à Badji en 5 heures et demie, et de Bagdad à Kut-el-Amara en 6 heures. En Argentine, enfin, sur la demande du gouvernement, qui avait délégué une mission officielle, M. Guichard remontait, en 10 heures, le Rio-Parama et le Rio-Bermejo, là où les autres bateaux, arrêtés souvent aux basses eaux, mettaient 10 à 15 jours pour effectuer ce trajet de 700 kilomètres.

Pour compléter l'organisation des transports coloniaux sur les fleuves et les rivières considérés jusqu'ici comme difficilement navigables, on a construit, tout récemment, des hydroporteurs de fort tonnage. Ces vaisseaux de charge, propulsés par une hélice aérienne, sont construits en tôle d'acier et n'ont qu'un très faible tirant d'eau. Ils sont conçus de manière à pouvoir être démontés en de nombreux éléments, afin de faciliter leur transport jusqu'à l'endroit même où ils doivent effectuer leur service. L'hélice est actionnée par un moteur très robuste, susceptible d'être alimenté soit à l'essence soit au gaz pauvre. Deux modèles de ces hydroporteurs ont été établis : l'un pouvant emporter 20 tonnes, et l'autre 50 tonnes ; néanmoins, ils ne jaugent, au maximum, que 40 centimètres. Leur vitesse est d'environ 15 kilomètres à l'heure. A l'époque des fortes eaux, où rien n'empêche d'augmenter la jauge, ils peuvent être chargés, respectivement, à 50 et à 150 tonnes. Ces engins de transports fluviaux paraissent donc appelés à se répandre rapidement, surtout dans les pays qui ne possèdent encore que des moyens de communication égale à celle de la farine de sarrazin). L. R.

Génie civil

Les ressources hydrauliques du Canada. — La division des forces hydrauliques du Canada a donné une estimation des forces hydrauliques dont dispose ce pays. Elle compte 2.471.000 chevaux aménagés et 18.256.000 disponibles pour un débit minimum ordinaire, 52.976.000 pour aménagement maximum, c'est à-dire au cas où l'on construirait des usines capables d'utiliser le débit en hautes eaux pendant 6 mois par an.

D'après les renseignements reproduits par la *Houille Blanche* (nov.-déc. 1921) les 2.470.580 chevaux aménagés représentent un capital de 475 millions de dollars, ce qui correspond à une valeur d'établissement de 192 dollars par cheval ou 2.300 francs au cours actuel du change. D'après les calculs du Service canadien cette force actuellement utilisée représente chaque année l'équivalent de 18.500.000 tonnes de charbon à 8 dollars la tonne, soit 188.000.000 dollars.

Les provinces les plus riches en houille blanche sont :

Québec, plus de 6.900.000 HP pour un débit ordinaire et 11.600.000 pour un débit maximum ; Ontario : 4.900.000 et 6.800.000 ; Manitoba : 3.200.000 et 5.700.000 ; Colombie britannique : 1.900.000 et 5.100.000. Ces 4 provinces possèdent environ 17.000.000 sur 18.000.000 des chevaux utilisables en eaux ordinaires, soit près de 95 % de l'énergie hydraulique du Canada. L. R.

Agronomie

Le Souchet comestible, (*Cyperus esculentus* L.). — Le Professeur J. Pieraerts, chef du service chimique du Ministère des colonies de Belgique, a étudié les tubercules, fournis par ce *Cyperus* qui existe en Espagne, et qui sont utilisés dans la région de Valence pour la préparation d'une boisson estimée, l'*orchata*. La plante fait en Espagne l'objet d'une culture spé-

ciale qui produit en moyenne 12.000 kilos de tubercules par hectare. Les tubercules sont de petite dimension : 1 à 2 centimètres de longueur et pèsent de 0 gr. 29 à 1 gr. 23 d'après les déterminations de M. Pieraerts.

Ce tubercule contient de la fécule et des sucres, qui lui donnent une grande valeur alimentaire : voici d'ailleurs sa composition indiquée par l'auteur dans une excellente étude publiée dans l'*Agronomie coloniale* (1921).

Analyse des tubercules :

Humidité	9.83
Matières minérales	2.45
— azotées totales	5.86
— grasses	19.70
Cellulose brute	7.13
Sucres réducteurs (en glucose	0.10
— hydrolysables solubles dans l'alcool (en saccharose)	18.19
Matière amylacée	26.73
Pentosanes	5.08
Non dosé	4.93
	100.00
Albuminoïdes	2.70

Voici, en regard, les compositions en unités nutritives de la farine de froment et du tubercule de souchet :

	Farine de froment	Tubercules de souchets
Matières grasses	1.29	21.84
— azotées	12.22	6.50
— extractives non azotées.	85.49	49.93
Unités nutritives, total	156	140.3

La valeur nutritive du tubercule de souchet est donc peu inférieure à celle de la farine de froment (elle est égale a celle de la farine de sarrazin). L. R.

Œnologie

Les diverses utilisations du raisin. — Une crise d'infra-production viticole est à peine conjurée qu'on envisage déjà la surproduction.

Aussi songe-t-on de nouveau à utiliser la vendange à d'autres préparations que celle du vin, produit « sec », c'est-à-dire où le sucre est complètement fermenté. M. Jules Ventre propose la fabrication : de moûts stérélisés, de moûts concentrés, de vins mi-fermentés, de vins cuits, de vins doux naturels, de mistelles, de vins de liqueurs et en outre des utilisations nouvelles pour l'alcool de vin (*Progrès Agricole et Viticole*, Montpellier, 1921).

Les *moûts*, ou jus de raisins pressés, peuvent être *stérilisés* soit par les antiseptiques, soit par la chaleur.

L'anhydride sulfureux (SO^2) est le principal antiseptique employé parce qu'il s'élimine de lui-même peu à peu et contribue à la limpidité. M. Ventre conseille l'emploi en deux temps, d'abord à la sortie du pressoir pour permettre le débourbage, ensuite après soutirage du moût limpide : environ un tiers au premier temps, deux tiers au second, sans dépasser en tout 100 grammes par hectolitre.

La stérilisation par la chaleur contribue à donner un goût de cuit sans assurer une durée suffisante de non-fermentation.

Les *mistelles* sont des moûts ou des vendanges égrappées qui voient leur fermentation arrêtée par addition d'alcool. C'est le *mutage*. Il est à la base de la fabrication des vins de liqueur, en particulier dans les pays méditerranéens.

Mais l'alcool est un produit onéreux ; il importe tout autant de calculer avec précision les doses nécessaires pour empêcher la fermentation que de rester dans les limites du degré alcoolique autorisé par le fisc sous peine de surtaxes. De là des tables physiques de contraction, établies suivant la richesse du moût en sucre et des définitions du degré de densité, apparent ou commercial, réel (mistelle désalcoolisée par ébullition), degré-douane, etc ; sans compter les degrés-alcooliques en poids ou en volume ! On ne peut donc fabriquer ces vins de liqueur sans des connaissances spéciales.

Les *moûts* peuvent être concentrés à feu nu à condition d'être additionnés d'acide sulfureux qui les empêche de prendre le goût de cuit. Mais la technique se complique des collages (par la gélatine : 10 à 15 grammes par hectolitre) et de la neutralisation de l'acidité par le carbonate de chaux suivant les goûts.

Les *vins mi-fermentés* peuvent être créés par addition de moût à des vins complètement fermentés à condition que le mélange renferme moins de 5 degrés d'alcool. M. Ventre a déterminé l'état d'équilibre correspondant à un rapport de 0,96 entre la densité finale et la densité initiale du moût. Là encore on est obligé d'ajouter près de 100 grammes d'acide sulfureux par hectolitre pour arrêter toute fermentation.

Les *vins doux naturels* ne peuvent provenir que de cépages très sucrés cultivés sous un climat favorable puisqu'ils doivent posséder un degré alcoolique suffisant avec une richesse appréciable en sucre naturel. Il est permis toutefois d'ajouter un peu d'alcool pour obtenir les 14 degrés nécessaires à l'arrêt de la fermentation. A ce type n'appartiennent guère que les vins de cépages : muscat, grenache, macchabeo et malvoisie.

Les vins cuits proviennent de la fermentation des moûts concentrés préalablement jusqu'à la moitié ou au tiers de leur volume. Il faut désacidifier avec du carbonate de chaux. Ces vins ont un degré alcoolique de 15 à 17 degrés et sont caractérisés par leur richesse en matières pectiques et mucilagineuses, d'où une grande onctuosité. Leur caramélisation partielle les rend agréables comme apéritifs.

Il est probable que les alcools de marc et de vin seront réservés à la consommation de bouche et employés de plus en plus à compléter les vins de liqueur au lieu et place des alcools industriels neutres (betteraves ,etc.), employés jusqu'ici.

Les goûts empyreumatiques disparaissent au bout de quelques mois pour faire place à des bouquets plus fins.

Les fabricants de vins de liqueurs ont le défaut d'être trop pressés de vendre au consommateur. La conservation en fûts pendant deux ou trois ans est nécessaire pour obtenir de la finesse dans les alcools et les mélanges, dont le prix augmente alors dans de notables proportions.

P. La.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie a entendu, dans la séance du 3 avril, une communication de M. Einstein qui est venu à Paris, pour faire, au Collège de France, un exposé de ses théories. La conférence du vendredi 31 mars a été écoutée avec la plus grande attention par un nombreux auditoire de plus de 400 personnes.

— Dans la séance du 27 mars, le président, M. Emile Bertin, a annoncé le décès de M. Louis Ranvier (22 mars), membre de la section d'Anatomie et de Zoologie depuis 1887. M. Ranvier était né à Lyon en 1835. Nous publierons, dans le prochain numéro, la notice nécrologique que son collègue, M. Henneguy, lui a consacrée.

Observatoire de Paris. — Le général Ferrié, inspecteur général de la télégraphie militaire, membre de l'Académie des Sciences, est nommé membre du Conseil de l'Observatoire de Paris, en remplacement de Lippmann.

Confédération des Sociétés scientifiques françaises. — Le 28 mars, la Confédération des Sociétés scientifiques françaises, que préside M. Ch. Moureu, a offert un banquet aux membres du gouvernement et du Parlement qui ont contribué à assurer le développement de la recherche scientifique et la vie des sociétés scientifiques. M. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction publique, présidait la réunion, assisté de M. Strauss, ministre de l'Hygiène, et de M. Ch. Moureu. Le président de la Confédération a retracé l'histoire de la Confédération qui groupe 20.000 membres ; c'est, en réalité, l'effectif même de l'armée scientifique française. M. Léon Bérard, M. Maurice Barrès, M. Victor Bérard ont pris ensuite la parole et ont mis en relief l'intérêt qu'il y a, au point de vue national, de favoriser et de subventionner les groupements scientifiques.

Société nationale d'acclimatation. — La séance annuelle s'est tenue le 26 mars, au Muséum, sous la présidence de M. Lefebvre du Prey, ancien Ministre de l'Agriculture, assisté de M. Mangin, président de la Société. M. Gruvel a fait une conférence sur l'industrie des pêches.

Office national météorologique. — L'Observatoire météorologique de Perpignan est rattaché à l'Office météorologique (*J. off.*, 21 mars).

Recherches scientifiques et industrielles. — Un legs de 15.000 francs de rente a été fait par M. Jean Barrès à la direction des Recherches scientifiques et industrielles ; les arrérages de cette somme doivent servir à l'attribution de quatre prix annuels.

Comité international des recherches. — M. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a informé l'Académie que la réunion du Comité aurait lieu à Bruxelles du 25 au 29 juillet prochain. Le Comité s'occupera des unions internationales suivantes : géologie, physique, sciences biologiques, géographie, télégraphie sans fil scientifique. Les comités nationaux français, organisés depuis 1919, se sont réunis en séance plénière, le vendredi 7 avril, à 17 h. 30, dans la salle des délibérations de l'Institut.

Institution of naval architects. — La prochaine réunion se tiendra à Paris, les 4, 5 et 6 juillet. L'Académie des Sciences y sera représentée par l'amiral Fournier et M. Favé. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — On sait que des dispenses d'examens sont accordées aux étudiants qui ont été mobilisés et qui ont été blessés ou décorés. Un nouveau décret vient d'être promulgué, stipulant qu'aucune dispense ne saurait être accordée en ce qui concerne les épreuves ayant un caractère pratique (*J. off.*, 23 mars).

Université de Paris. — *Faculté des Sciences*. — Une chaire de physique du globe (fondation de l'Université) vient d'être créée. M. Maurain, directeur de l'Institut de physique du globe, en est le premier titulaire.

Faculté de Médecine. — Une place d'agrégé de physique médicale vient d'être déclarée vacante.

Collège de France. — L'Académie des Sciences a présenté les candidats à la chaire d'histoire naturelle des corps organisés dans l'ordre suivant : en première ligne, M. André Mayer par 45 suffrages contre 4 à M. Maurice Doyon ; ce dernier a été classé en seconde ligne.

— Ainsi que nous l'avons annoncé plus haut, les conférences de la fondation Michonis, confiées au professeur Einstein, ont été inaugurées le 31 mars. M. Croiset, directeur du Collège de France, a souhaité la bienvenue au savant physicien ; il a rappelé que le Collège de France avait eu déjà l'occasion d'entendre, dans les mêmes conditions, le savant hollandais Lorentz. Trois séances ont été consacrées à la discussion des théories einsteiniennes, les lundi, mercredi, vendredi, 3, 5, et 7 avril.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. Mangin dirigera une excursion botanique sur les bords de la mer à Saint-Servan et en mer, à bord du « Pourquoi Pas » (Algues), les 11, 12, 13 et 14 avril. Les inscriptions sont reçues au muséum.

— M. Verneau commencera son cours d'Anthropologie le 25 avril, à 15 heures, Nouvelles Galeries, rue de Buffon ; il le continuera les mardis et samedis à la même heure. Les jeudis à 15 heures, des conférences auront lieu au laboratoire, 61, rue de Buffon, sur « l'homme et les primates ».

Ecole supérieure d'électricité. — Un concours pour l'admission de dix élèves-ingénieurs s'ouvrira le 17 octobre prochain.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Sont nommés membres du Conseil : MM. Maunoury, ministre de l'intérieur, Plichon, sénateur, Crolard, député, et Richon, ingénieur des arts et manufactures.

Université de Lyon. — M. Pic, professeur de thérapeutique, est nommé professeur de thérapeutique, hydrologie et climatologie.

Université de Strasbourg. — M. Chatton, maître de conférences de zoologie, est nommé professeur de biologie générale à la Faculté des Sciences, en remplacement de M. Bataillon, appelé à d'autres fonctions.

Ecoles de médecine et pharmacie. — Le 9 octobre 1922, s'ouvrira, à la Faculté de Toulouse, un concours pour l'emploi de suppléant de la chaire de pharmacie et matière médicale à l'Ecole préparatoire de Clermont-Ferrand.

Université de Cluj. — Une importante manifestation a eu lieu, le 17 mars, à l'Université de Cluj, à l'occasion de la remise de décorations décernées par le Gouvernement français à différents universitaires roumains : le professeur Racovitza (Légion d'honneur), le Dr Jacobovici et Mme Bratu (médaille des Epidémies). A cette occasion, des discours très sympathiques à la France ont été prononcés par MM. les professeurs Racovitza, Vasiliu et M. le recteur Calugaréanu. M. le Dr Guiart, professeur aux Universités de Lyon et Cluj, qui assistait à la cérémonie, ainsi que le consul de France, M. Mouille, furent l'objet d'ovations enthousiastes.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 13 mars 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Kyrille Popoff* (prés. par M. Hadamard). **Sur l'équation générale du type elliptique.**

ALGÈBRE — *Maurice Lecat.* **Sur les cayléens et les bicayléens anormaux.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *C. Guichard* **Sur les réseaux qui sont harmoniques d'une congruence C. L. et conjuguée à une autre congruence C. L.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les espaces généralisés et la théorie de la Relativité.**

— *Enrico Bompiani* (prés. par M. Emile Borel). **La géométrie des espaces courbes et le tenseur d'énergie d'Einstein.**

MÉCANIQUE. — *Frontard* (prés. par M. Mesnager). **Logoïdes de glissement des terres.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *E. Fichot* (prés. par M. L. Favé). **Sur le sens de rotation des lignes cotidales autour des points amphidromiques.**

CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* **Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.**

On évalue, dans cette note, la précision que l'on peut espérer atteindre par l'emploi de spiraux cylindriques associés en ajustages de doublets à spiraux égaux ou symétriques dont les étendues angulaires sont égales à un même multiple impair de quarts de tour, problème posé par Pierre Le Roy, dont Caspari a commencé l'étude par la méthode de Résal.

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* **Sur une propriété des émulsions photographiques et l'enregistrement des étoiles, pendant les éclipses totales du Soleil, en vue de la vérification de l'effet Einstein.**

L'effet observé par M. Hamy est à rapprocher du fait bien connu de l'augmentation de sensibilité des plaques, par une exposition préalabble à une lumière très faible, juste suffisante pour ne pas provoquer un voile irrémédiable. La photographie d'étoiles est obtenue jusqu'à la 7e grandeur au lieu de la 5e, suivant qu'on opère avec un ciel légèrement éclairé ou avec un ciel complètement obscur.

ELECTRO-OPTIQUE. — *Manne Siegbahn* (prés. par M. Brillouin). **Sur le degré d'exactitude de la loi de Bragg pour les rayons X.**

La théorie simple de la réflexion des rayons X par des milieux cristallins conduit à la loi de Bragg et donne des résultats qui s'écartent des faits expérimentaux. P. P. Ewald a donné une théorie complète du phénomène qui s'accorde avec les faits observés pour la calcite ; ces faits mettent en évidence l'inexactitude de la théorie de Bragg.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle Ellen Gleditsch* et *M. B. Samdahl* (prés. par M. A. Haller). **Sur le poids atomique du chlore dans un minéral ancien, l'apatite de Balme.**

On a opéré avec l'apatite d'Oedegaarden qui est un minéral formé en dehors du contact de l'eau, dans le magma primaire. Le chlorure obtenu a été purifié avec le plus grand soin. On a trouvé, pour le poids atomique, les valeurs 35,49 ; 35,45 et 35,46. On est en droit de conclure que ce chlore contenait déjà les deux isotopes, à poids atomiques 35 et 37, dont l'existence a été mise en évidence par Aston. R. Dongier.

MÉTALLURGIE. — *J. Durand* (prés. par M. G. Charpy). **Sur le traitement thermique de quelques fontes de moulage.**

On admet aujourd'hui que les fontes sont des mélanges d'acier et de graphite. Les traitements thermiques améliorent leur qualité. Des exemples montrent que la trempe à l'huile à 900° avec un revenu à 650° élève la résistance et la limite de rupture.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Charriou* (prés. par M. H. Le Châtelier). **Sur la séparation de l'oxyde ferrique et de l'alumine d'avec la chaux par la méthode des azotates.**

Cette méthode de Deville, améliorée par l'auteur avec des lavages de Fe^2O^3 et Al^2O^3 au moyen de la solution d'azotate d'ammoniaque, élimine la chaux entraînée, que les oxydes soient seuls ou mélangés. La décomposition des azotates de fer et d'aluminium se produit à 150°.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *E. Decarrière* (prés. par M. A. Haller). **Sur le rôle des impuretés gazeuses dans l'oxydation catalytique du gaz ammoniac.**

L'auteur poursuit ses recherches et montre que l'influence nuisible de H^2S est annihilée par la présence de PH^3, comme celle de l'acétylène l'est par la présence de H^2S. On entrevoit ainsi le moyen de régénérer les catalyseurs en platine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. Gault* et *Salomon* (prés. par M. Haller). **Sur les acides α-alcoyllevuliques.**

Pour les préparer, on part de l'éther acétonylmalonique dont le dérivé sodé, condensé avec les iodures alcooliques, conduit aux éthers alcoylacétonylmaloniques. Par saponification, on obtient des acides correspondants.

— *E. Grandmougin* (prés. par M. Béhal). **Sur les leucoindigos acylés et alcoylés.**

L'auteur fournit des données nouvelles sur la benzoylation et l'alcoylation des leucoindigos et examine la constitution des produits obtenus. A. Rigaut.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *E. Conseil*. **Vaccination préventive par voie digestive chez l'homme.**

Il résulte d'un certain nombre d'expériences qu'il est possible de vacciner préventivement l'homme par voie digestive contre la fièvre méditerranéenne et la dysenterie bacillaire. Contre cette dernière maladie, l'emploi d'un vaccin digestif est d'autre part la seule méthode applicable.

— *Auguste Lumière* et *Henri Couturier* (prés. par M. Roux). **Sur les chocs traumatiques.**

Les accidents déchaînés à la suite de choc traumatique

sont dus à la floculation des colloïdes tissulaires lorsqu'ils sont mélangés par le broyage, de sorte que le choc traumatique semble dépendre de la même cause physique que le choc anaphylactique.

Les précipités qui se font dans le sang, à chaque phase de floculation, occasionnent non seulement des accidents de choc plus ou moins atténués, mais aussi des lésions hémorragiques dans les parenchymes, lésions dont les effets s'ajoutent et qui peuvent se terminer par la mort.

— *C. Levaditi* et *S. Nicolau* (prés. par M. Roux). **Les feuillets embryonnaires en rapport avec les affinités du virus vaccinal.**

La vaccine, virus filtrant et invisible, offre une affinité élective pour tous les tissus dérivés de l'ectoderme et pour certains organes de provenance endodermique, alors que son affinité pour les tissus d'origine mésodermique est, pour ainsi dire, nulle.

GÉOLOGIE. — *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). **Les roches éruptives de la Série intermédiaire dans le Nord-Annam et le Tonkin.**

On rencontre, dans tout le domaine des charriages du Nord-Annam et du Tonkin, les roches éruptives dites *rhyolites* et *porphyrites*. L'auteur donne sur ces roches quelques indications pétrographiques et expose leur distribution. Il considère les porphyrites comme contemporaines du charriage.

Il semble, dit M. Jacob, que l'Indochine du Nord, où il y a tout à la fois tant de roches éruptives et de si grands phénomènes de charriage, soit susceptible de fournir quelques arguments en faveur d'une hypothèse autrefois défendue par Edouard Suess, l'hypothèse d'une liaison entre les mouvements tangentiels de l'écorce terrestre et la sortie de certaines laves.

— *Paul Corbin* (prés. par M. Emile Haug). **Quelques coupes sur la bordure orientale du massif de Vercors.**

Ces coupes, au nombre de treize, résument l'interprétation tectonique que l'auteur a donnée précédemment de cette région. Exécutées sur le *plan directeur* à l'échelle de 1/20.000e, puis réduites au 1/80.000e, elles sont échelonnées du Nord au Sud à travers la bordure orientale des Monts de Lans.

PALÉONTOLOGIE. — *Louis Guillaume* (prés. par M. H. Douvillé). **Les Turritelles tertiaires et actuelles; évolution et migrations.**

En ce qui concerne les Turritelles, l'auteur se croit permis de conclure que les rapports entre l'Europe et l'Amérique ont cessé à l'Oligocène. Ils ont persisté jusqu'à la fin du Miocène avec les mers orientales; enfin, au Pliocène, les affinités s'établissent avec la faune actuelle des côtes de l'Afrique occidentale et à un moindre degré avec celle de la mer Rouge.

BOTANIQUE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur la détermination de la faculté germinative autrement que par la germination des graines.**

Au sujet d'une Note récente de MM. Nemec et Duchon, l'auteur rappelle qu'il a publié en 1911 et rappelé, en les complétant en 1917, les résultats d'expériences d'après lesquelles il était possible, en moins de 4 heures, de savoir si des graines de *Lepidium sativum* avaient encore conservé ou perdu leur faculté germinative, et, par conséquent, de déterminer la faculté germinative de ces graines autrement que par leur germination. M. Lesage rappelle en quelques mots l'essentiel de ces expériences.

— *Joseph Bouget* et *Ad. Davy de Virville* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Influence de la météorologie de l'année 1921 sur le rougissement et la chute des feuilles.**

Les auteurs montrent, en citant un certain nombre d'exemples, que les conditions climatiques de 1921 ont eu un retentissement marqué sur la biologie des végétaux, dans la région des Pyrénées, et, en particulier, sur le rougissement et la chute des feuilles.

ENTOMOLOGIE. — *Raymond Poisson* (prés. par M. E. L. Bouvier). **L'histogenèse des muscles du vol chez la Ranâtre, la Nèpe et les Naucorises.**

Les muscles du vol chez la Ranâtre, la Nèpe et les Naucorises présentent le plus souvent une histogenèse anormale qui aboutit, pour les vibrateurs longitudinaux, soit à la formation d'un organe particulier (organe trachéo-parenchymateux), soit à la disparition presque totale de ces muscles. Cette évolution spéciale est caractérisée tout d'abord par un arrêt dans la multiplication et le développement des myoblastes, puis secondairement par des phénomènes de dégénérescence. Dans la série envisagée, cette régression atteint son maximum chez la Naucorise (*N. maculatus*) où les vibrateurs longitudinaux ne sont plus représentés que par une mince lame de tissu conjonctif.

MÉDECINE. — *Georges Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). **Modification de la chronaxie des muscles squelettiques et de leurs nerfs, par répercussion de la lésion de neurones auxquels ils sont fonctionnellement associés.**

Toute lésion d'un neurone peut avoir une répercussion sur la chronaxie des neurones qui lui sont fonctionnellement associés. Il semble donc qu'on pourrait étendre, en pathologie, le sens du terme « réflexe » et qualifier de « réflexes » toutes les modifications observées dans un neurone par répercussion de la lésion d'un neurone qui lui est fonctionnellement associé.

Quand il y a contracture ou rigidité, l'attitude paraît liée au rapport des chronaxies des extenseurs et des fléchisseurs, qui sont modifiées. Il paraît y avoir une relation entre le tonus et la chronaxie, à l'état pathologique comme à l'état normal. Au contraire, quand il y a tremblement ou mouvements choréiformes, la chronaxie motrice périphérique reste normale : l'activité dont le muscle est alors le siège empêche probablement sa chronaxie de se modifier.

MICROBIOLOGIE. — *E. Fernbach* et *G. Rullier* (prés. par M. Roux). **Action d'un suc gastrique artificiel sur les granulations pulmonaires tuberculeuses du cobaye.**

Après un contact de 3 heures à 52° plus 37 heures à 15° avec du suc gastrique complet, la diminution de la virulence, s'il s'agit de bacilles tuberculeux de culture, se manifeste par une évolution ralentie de la maladie, mais les animaux meurent tous tuberculeux.

Au contraire, la virulence disparaît entièrement s'il s'agit de granulations ; les granulations se résorbent *in situ* en 3 ou 4 jours, sans laisser de trace apparente au point d'inoculation, sans donner lieu à aucune manifestation tuberculeuse ultérieure. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 20 mars 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Mittag-Leffler.* **Le théorème de Cauchy sur l'intégrale d'une fonction entre des limites imaginaires.**

— *Jules Drach.* **Sur la détermination des équations différentielles du second ordre intégrables par quadratures.**

Gaston Julia. **Sur la transformation des substitutions rationnelles en substitutions linéaires.**

— *Stoïlow.* **Sur l'intégrale définie et la mesure des ensembles.**

ASTRONOMIE. — *J. Ulbach* (prés. par M. Bigourdan). **Sur les observations de l'éclipse partielle de Soleil du 1er octobre 1921 faites à Buenos-Ayres (République Argentine).**

On a fait 44 mesures micrométriques de la corde semi-lunaire, à des instants déterminés, et on a observé les deux contacts. Ces mesures donnent, pour la correction des coordonnés lunaires, telles qu'elles résultent des tables de la Connaissance du Temps.

ΔR : + 0s61; Déclinaison : + 1''9 ; Longitude : + 9''7.

PHYSIQUE. — *F. Michaud* (prés. par M. Bouty). **Micromanomètre à sensibilité réglable.**

Deux flacons à larges surfaces munis de tubulures inférieures sont réunis par un tube étroit de 5 mm. de diamètre, muni d'un robinet. L'ensemble est rempli partiellement d'un liquide tenant en suspension des particules assez grosses pour échapper au mouvement brownien. Dans l'un des flacons, on peut enfoncer d'une quantité mesurable une aiguille suspendue à un fil qui s'enroule sur un tambour gradué. On vise dans l'axe du tube, avec un microscope, une des particules qui se déplace dans un sens si la pression s'élève dans un des flacons ; on peut la ramener à sa première position en produisant dans l'autre flacon une dénivellation par l'abaissement de l'aiguille.

PHOTGORAPHIE. — *A. Guillemet* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Sur un nouvel obturateur d'objectif pour la prise de photographies aériennes avec les appareils à grand foyer.**

Un dispositif *sélecteur* laisse passer périodiquement la lumière pendant une durée totale égale au temps de pose adopté $\left(\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{300}$ de seconde) ; un dispositif *d'armement* permet d'utiliser en temps voulu l'ouverture ainsi produite. Grâce à cet appareil, il devient possible de prendre en avion des clichés rigoureusement assimilables à des perspectives géométriques.

MÉTÉOROLOGIE. — *Gabriel Guilbert.* **Sur l'observation des nuages en prévision du temps.**

M. Guilbert revendique la priorité, vis-à-vis de MM. Werhlé et Schereschewski, de ce qu'il appelle une *succession nuageuse*, consistant en un ordre déterminé de passage et de superposition de nuages, en relation avec la situation atmosphérique. Il considère que ce ne sont pas « de nouvelles dénominations qui suffisent à résoudre les problèmes de l'atmosphère et à constituer de nouvelles méthodes de prévision. »

R Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Victor Henri* (prés. par M. Urbain). **Spectre d'absorption de la vapeur de benzène et grandeurs fondamentales de la molécule de benzène.**

La molécule du benzène comprend 12 noyaux atomiques et 42 électrons. De l'étude du spectre d'absorption, on a déduit les grandeurs moléculaires. Les carbones seraient liés trois par trois en deux moitiés vibrant l'une par rapport à l'autre. Cette hypothèse est appuyée par les expériences de J.-J. Thomson qui a montré que la vapeur de benzène dans un tube à rayons positifs, donne des groupes C^3H^3 chargés négativement.

— *Klingstedt* (prés. par M. Urbain). **Spectre d'absorption ultraviolet du phénol dans différents solvants.**

En utilisant la technique de V. Henri, l'auteur a obtenu le spectre d'absorption du phénol pur ou dissous dans le pentane, l'hexane, le chloroforme, le chlorure de carbone.

— *Chéneveau* (prés. par M. P. Janet). **Sur une méthode optique pour la détermination de la solubilité réciproque de liquides peu miscibles.**

Si on connaît les indices de ces liquides, la mesure de l'indice de la solution conduit à la détermination de la solubilité. La méthode d'autocollimation différentielle constitue un excellent procédé : les résultats obtenus pour l'eau et l'aniline montrent la concordance avec la méthode pondérale.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller* et *Mme Ramart-Lucas.* **Nouveaux caractères distinctifs des trois propanol-2-camphocarbonolides fondant respectivement à 141°, 117°-118°, 89°-90°.**

Les auteurs ont montré déjà que ces olides correspondent à la même formule. Les deux olides 141° et 117°-118° ont le premier la structure cis-trans, le second la structure cis-cis ; ces conclusions sont les conséquences des réactions observées. Le troisième olide est doué du pouvoir rotatoire. Comme l'olide 141°, il donne, avec l'alcoolate de sodium, un acide propanol-2-camphocarbonique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sauvageau* et *Denigés.* **A propos des efflorescences du Rhodymenia palmata : présence d'un xylane chez les Algues floridées.**

Ces Algues comestibles contiendraient des sucres comme la mannite. Celle-ci ne préexisterait pas dans l'algue qui contient une pentosane, identifiée comme xylane, en même temps qu'une méthylpentosane qui par hydrolyse donne la mannite. Jusqu'ici, le xylane n'a été découvert que dans le Rhodymenia palmata, si apprécié des Islandais.

— *G. Tanret* (prés. par M. Maquenne). **Sur la composition chimique de l'Ergot de Diss et de l'Ergot d'Avoine.**

Le Diss, graminée sauvage de l'Algérie, comme l'Avoine, est souvent parasitée par un Ergot contenant les mêmes principes que l'Ergot de seigle. On a isolé 0 gr. 1 d'ergotine par kilog. d'Ergot de Diss, alors qu'on obtient 1 gr. 8 par kilog. d'Ergot d'Avoine. On retrouve l'ergostérine, la fongistérine, la mannite, le glucose, le tréhalose, des graisses et des résines.

A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *H. Joly* (prés. par M. Pierre Ternier). **Sur l'existence de phénomènes de charriage à l'extrémité orientale de la chaîne Ibérique, près de Montalban (province de Téruel, Espagne).**

L'auteur apporte dans cette Note un certain nombre de faits nouveaux, les uns relatifs à la tectonique, d'autres à la stratigraphie des montagnes qui constituent ce que l'on a coutume d'appeler la chaîne Ibérique ou la chaîne Celtibérique.

Près de Montalban, l'existence de déplacements horizontaux de forte amplitude, dans cette partie de la chaîne Ibérique, semble un fait bien établi. Peut-être, dit M. Joly, s'exagèrent-ils jusqu'à mériter le nom de *charriages*.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Détermination de l'*optimum* d'humidité du milieu extérieur chez les Oscillaires.**

Si les Oscillaires sont des végétaux normalement aquatiques, il ne faut pas que l'humidité indispensable à leur développement soit ni trop forte ni trop faible. Dans les milieux naturels, si elles quittent l'eau elle-même pour gagner les parois voisines et y grimper, c'est qu'elles sont à la recherche de l'optimum de l'humidité qui leur convient ; elles s'arrêtent dès qu'elles l'ont atteint, car, au-delà, la sécheresse, même relative, les ferait languir, puis périr.

— *A. de Puymaly* (prés. par M. P. A. Dangeard). **Reproduction des *Vaucheria* par zoospores amiboïdes.**

Stahl mentionnait, en 1879, chez *V. geminata* D.C. une reproduction asexuée fort remarquable. Il s'agissait de zoospores amiboïdes qui sortent en grand nombre d'une cellule mère, rampent quelque temps, puis s'arrondissent, s'entourent d'une membrane et finalement germent en donnant chacun un nouvel individu. M. de Puymaly a observé semblables faits chez *V. hamata* DC. De plus il a constaté que, au contact de l'eau, les articles âgés, déjà transformés en sporanges, fournissaient des spores, tandis que les jeunes, à structure de *Vaucheria*, ne se différenciaient pas en sporanges et germaient directement.

Les *V. geminata* et *V. hamata* sont indifféremment aquatiques ou aériens, mais les individus qui ont fourni des zoospores amiboïdes croissaient hors de l'eau. Ce fait laisse présumer que ce mode de reproduction est incompatible avec la vie aquatique et ne pourrait s'observer chez les espèces constamment submergées.

ZOOLOGIE. — *Ch.-J. Gravier* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Sur les relations du Crustacé et de l'Éponge chez les Cirripèdes spongicoles.**

Certains Cirripèdes se fixent à l'état larvaire sur des Eponges qui, grâce à leurs appareils vibratiles, entretiennent autour d'elles, dans l'eau qui les baigne, une circulation continue très favorable à la respiration et à la nutrition de ces Crustacés. L'auteur a étudié le mécanisme de la défense des Eponges vis-à-vis de plusieurs espèces de Cirripèdes spongicoles du genre *Acasta*. L'Eponge grandit autour de son hôte qui s'enfonce passivement dans son support et elle finit par l'envelopper complètement. Elle peut même le tuer grâce à ses spicules siliceux qui sont capables de perforer le mince squelette calcaire externe du Cirripède. M. Gravier signale le parallélisme de la défense, chez les Eponges et chez les Madréporaires, vis-à-vis des animaux qui se fixent sur eux et auxquels ils fournissent d'abord un gîte et finalement un tombeau.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Einstein et l'univers. Une lueur dans le mystère des choses par M. Charles NORDMANN, astronome de l'observatoire de Paris, In - 12 de 222 pages, Hachette éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Le livre de M. Nordmann est attachant comme un roman. Il ne rebute jamais le lecteur, lui paraît simple et lui donne l'impression qu'il comprend même aux passages les plus délicats. Ce sont là des qualités trop rares pour ne pas être louées et elles expliquent le succès de l'ouvrage qui est comparable à celui des œuvres littéraires les plus goûtées.

Le livre est d'ailleurs fort bien conçu. Et même les lecteurs qui peuvent aborder l'étude de la relativité dans des ouvrages plus techniques le méditeront avec fruit.

Après avoir insisté sur les difficultés d'interprétation de l'expérience célèbre de Michelson, qui semblait indiquer que l'éther n'est pas entraîné par le mouvement de la Terre, alors que l'aberration conduit à une conclusion opposée, M. Nordmann aborde les solutions proposées pour sortir de cet impasse : 1° l'hypothèse de Fitzgerald-Lorentz, admettant une contraction réelle des corps en mouvement ; 2° la théorie d'Einstein, qui postule la constance absolue de la vitesse de la lumière et introduit le temps comme quatrième dimension de l'espace, l' « intervalle » devenant la seule réalité sensible.

M. Nordmann développe ensuite la théorie d'Einstein. Il montre comment elle conduit à une mécanique nouvelle d'après laquelle : 1° la masse d'un corps est une fonction de la vitesse, ce qu'ont vérifié les recherches sur la balistique des électrons ; 2° cette masse varie quand le corps absorbe ou cède de l'énergie.

L'exposé de la relativité généralisée, basée sur ce postulat qu'il est impossible de distinguer entre les effets de la gravitation et ceux d'un mouvement accéléré conduit à la pesanteur de la lumière et à une nouvelle loi de l'attraction universelle.

Les trois derniers chapitres sont consacrés à des conséquences philosophiques plus ou moins directes de la théorie d'Einstein. M. Nordmann se posant la question : l'Univers est-il infini ? est conduit à cette hypothèse hardie et séduisante que « peut-être notre Univers visible tout entier, concentration locale de matière, n'est qu'une bulle d'éther isolée... autour de laquelle s'étendent des espaces vides d'éther. D'autres Univers, peut-être, palpitent au-delà, et ces mondes sont à jamais pour nous comme s'ils n'étaient pas. »

Quels liens existe-t-il entre la science et la réalité ? « Einsteiniens et newtoniens sont d'accord pour penser que le monde extérieur n'est pas aujourd'hui totalement réductible à la science. Mais leur agnosticisme a des limites différentes. Les newtoniens croient que, si extérieur que nous soit le monde, il ne l'est pas au point que le temps réel et l'espace réel nous soient inaccessibles. Les einsteiniens sont d'un autre avis. Ce qui les sépare c'est seulement une question de degré dans le scepticisme. »

Enfin M. Nordmann expose et discute les critiques formulées récemment à l'Académie des Sciences par M. Paul Painlevé et M. Emile Picard et il conclut : « Quoi qu'il advienne, la doctrine d'Einstein possède une puissance de synthèse et de prévision qui nécessairement fondra son majestueux ensemble d'équations dans la science de demain. Einstein, au fond de l'inconnu, nous a dévoilé des clartés nouvelles. Il est et restera un des sommets de la pensée nouvelle. »

Cette brève analyse ne peut donner qu'un aperçu fort incomplet de l'ouvrage que M. Nordmann a su rendre captivant même pour les esprits les moins portés aux sciences. C'était une tâche fort ardue. Il y a généralement réussi. Peut-être cependant quelques difficultés subsistent-elles. Ainsi la démonstration donnée, page 60, de la contraction apparente des corps en mouvement, pour un observateur fixe, démonstration basée sur l'hypothèse qu'un rayon lumineux qui s'éloigne d'un observateur se propage plus lentement qu'un rayon qui s'en rapproche sera sans doute difficile à concevoir pour ceux qui se souviennent avoir lu, quelques pages auparavant, que la vitesse de la lumière est supposée une constante absolue. La démonstration relative à la pesanteur de la lumière (p. 133) n'est peut-être pas non plus très convaincante pour un lecteur peu averti. Mais ce sont là des difficultés très réelles de la théorie, et il était fort délicat de les

aborder sans le secours de l'appareil mathématique. On ne peut que féliciter M. Nordmann d'avoir su en résoudre un si grand nombre avec une élégance et une

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Traité de chimie générale, par W. NERNST, Professeur à l'Université et Directeur de l'Institut de chimie physique de l'Université de Berlin, 2e édition française complètement refondue d'après la 10e édition allemande, par A. CORVISY, Professeur agrégé des sciences physiques. Première partie : Propriétés générales des corps. Atomes et molécules. Librairie scientifique J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris. — Prix net broché : 30 fr.

Cette seconde édition française du traité de chimie physique de Nernst a été traduite sur la 10e édition allemande qui vient de paraître. Elle diffère notablement de la première, bien que le plan et la disposition n'aient pas changé ; beaucoup de chapitres ont été profondément remaniés, quelques suppressions ont été faites et de nombreuses additions mettent l'ouvrage au courant des travaux les plus récents.

Les modifications et additions portent sur de nombreux points dont les principaux sont : nouveau théorème de thermodynamique; mesures de la température; notions sur la théorie de la relativité (variation de la masse liée à la variation de l'énergie); système périodique des éléments; constitution des atomes; spectres des éléments ; nombres atomiques ; équation d'état ; théorie moléculaire de l'état solide; chaleurs spécifiques des éléments solides; théorie des quanta; formules pour le calcul des chaleurs atomiques; fréquence de vibration des atomes ; structure des cristaux par la spectroscopie des rayons X; constitution des cristaux; radioactivité ; photochimie, etc. En outre, beaucoup de valeurs numériques données dans le cours de l'ouvrage ont été corrigées, quand il y avait lieu, d'après les déterminations les plus dignes de confiance.

On voit par là que l'ouvrage renferme l'essentiel des travaux les plus récents sur les molécules et les atomes. Généralement clair, rédigé avec le minimum de calculs mathématiques, son étude peut être abordée par tous ceux qui désirent acquérir une connaissance précise des doctrines et des faits qui constituent cette jeune mais si entreprenante science qu'est la chimie physique. Sans nul doute, cette 2e édition trouvera, auprès des lecteurs français, le même accueil que la première.

La traduction de M. Corvisy est comme toujours excellente. Tous les physico-chimistes de langue française lui sauront gré de leur avoir facilité l'étude d'un ouvrage aussi important. A. Bc.

Résumé analytique du Cours de Chimie organique, professé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon, par MM. Paul CAZENEUVE, professeur honoraire, associé national de l'Académie de Médecine et Albert MOREL, professeur ; 2e édition, mise au courant des découvertes récentes. In-8° de 436 pages, J. B. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Dans la première édition, M. le professeur Cazeneuve dit, avec raison, que la chimie ne peut pas être apprise dans les livres, mais aux cours, avec leurs expériences, et au laboratoire ; c'est là que les étudiants se pénètrent des vues d'ensemble, du côté à la fois philosophique et pratique de la Science. Le cahier de notes de cours et le cahier de laboratoire devront servir de base d'études. Un livre comme celui-ci rendra de grands services, il complètera le cahier de notes, servira à le contrôler, bien mieux qu'un grand traité ou qu'un dictionnaire : c'est un tout complet, bien classé. La première édition a été entièrement refondue ; les nombreuses préparations, par les organométalliques et les catalyseurs, les succédanés artificiels des alcaloïdes anesthésiants, les arsénicaux organiques ont été étudiés avec soin. A. B.

The Chemistry and analysis of drugs and medicines, par Henri C. FULLER, Chef de service à l'Institut des recherches industrielles de Washington. 1 vol. grand in-8° relié de 1072 pages. John Wiley and Sons New-York et Chapman and Hall, 11, Henriette-Street, Covent Garden, London WC 2. Prix : 55 sh.

Cet important ouvrage constitue un recueil de renseignements dont ne sauraient guère se passer tous ceux qui s'occupent de produits pharmaceutiques. Parfaitement au courant des récents progrès de la Science, il renferme de précieuses indications sur les propriétés chimiques, les applications et l'analyse des médicaments simples ou composés, minéraux, organiques ou biologiques, l'examen des drogues brutes et le dosage de leurs principes actifs, la vérification de la pureté des produits commerciaux et la caractérisation, dans les préparations complexes, des éléments les plus importants par leur action thérapeutique ou leurs propriétés toxiques. Sa place est indiquée, aussi bien dans la bibliothèque du pharmacien praticien que dans celle du médecin, du physiologiste, du chimiste, de l'expert toxicologiste ou du vétérinaire. Les uns et les autres y constateront bien quelques lacunes et déploreront avec nous que l'auteur n'ait pas assez tenu compte des travaux français ; mais ces réserves faites, ils seront forcés de reconnaître combien sont nombreux les services qu'il peut rendre. Bien entendu; il ne peut être qu'un complément de nos ouvrages de pharmacologie et de chimie pharmaceutique, puisqu'il est basé sur la pharmacopée des Etats-Unis et sur la pratique courante des médecins américains, mais cette particularité même augmente son intérêt pour nous. Les recherches pharmacodynamiques ont pris une telle extension aux Etats-Unis que nous ne saurions trop nous documenter sur les nouveautés qu'elles introduisent sans cesse dans la thérapeuthique. A. B.

Les Animaux venimeux et les Venins, par Mme PHISALIX. 2 vol. in-8° de XXXVII-1522 pages, avec 521 figures et 17 planches dont 8 en couleur. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 120 francs.

Il n'existe pas, jusqu'à présent, de publication française ou étrangère qui ait abordé, d'après un plan général, l'étude systématique des Animaux venimeux et des venins dans tous les groupes zoologiques.

L'important ouvrage de Mme Phisalix vient combler cette lacune dans les Sciences Naturelles et Médicales. Il nous fournit l'occasion de renseigner les Naturalistes, les Médecins et le public éclairé sur la portée générale de l'œuvre, les rapports du sujet avec les autres branches de l'Anatomie et de la Médecine et l'intérêt biologique qu'il présente.

Le sous-titre de l'ouvrage est d'ailleurs très explicite : *la fonction venimeuse chez tous les animaux ; les appareils venimeux, les venins et leurs propriétés ; les fonctions et usages des venins ; l'envenimation et son traitement.*

Le nombre des espèces venimeuses qu'on rencontre dans les divers groupes zoologiques s'y trouve déterminé par le sens qu'il faut attribuer au mot venin, et qui

seul permet de saisir, d'un coup d'œil d'ensemble, la signification biologique de la fonction venimeuse. Pour l'auteur, *est un venin tout poison normalement élaboré par un organisme animal, quel que soit le lieu de sa formation, et quelque usage apparent qu'en puisse faire celui qui le produit.*

Il résulte de cette conception, qui dégage la fonction venimeuse de l'existence ou de l'absence d'un appareil vulnérant, aussi bien que du genre de vie libre ou parasite de l'animal venimeux, que la plupart des grandes divisions zoologiques contiennent, en proportions variables, des espèces venimeuses ; celles où on n'en connaît pas, telles que les *Spongiaires* et les *Oiseaux*, n'ont été encore que très peu explorées à ce point de vue.

Dans quelques groupes, toutes les espèces présentent une venimosité permanente, qui peut d'ailleurs varier en intensité et en qualité, suivant des circonstances diverses (*Vipéridés, Colubridés, Batraciens...*) ; parfois même, il y a cumul, et des animaux tels que les *Araignées*, les *Poissons*, les *Batraciens*, les *Serpents*, se montrent à la fois toxiques par certaines de leurs sécrétions glandulaires, leur sang, leurs œufs, ou, d'une façon diffuse, par la masse de leurs corps, comme les *Helminthes* et les *Protozoaires pathogènes*.

A l'extrémité supérieure de l'échelle zoologique, les *Mammifères* eux-mêmes sont capables d'élaborer des venins, qui semblent surtout l'apanage des groupes inférieurs : le sang du hérisson est aussi toxique que celui des serpents ; chez l'ornithorhynque, ce curieux mammifère ovipare d'Australie, le mâle possède un appareil venimeux complet : glande venimeuse fémorale, et ergot inoculateur, situé à la patte postérieure.

Enfin, dans ces dernières années, on a beaucoup parlé et un peu écrit sur les « *poisons de l'organisme* », de l'organisme humain et normal bien entendu, et l'on commence à les considérer, non pas seulement comme des déchets ou des substances exclusivement nuisibles, mais ayant même leur utilité dans les échanges nutritifs, quand elles ne dépassent pas leur taux normal.

Les venins constituent l'un des facteurs importants de l'immunité naturelle, si élevée, des espèces venimeuses, et il est possible, dans certains cas, d'en donner la preuve expérimentale.

Tous ces faits, dont le détail est exposé au cours des différents chapitres de l'ouvrage de Mme Phisalix : la multiplicité, dans tous les groupes zoologiques, des animaux venimeux, inermes ou vulnérants, parasites ou menant une vie libre ; l'élaboration normale de poisons par des organismes supérieurs qui n'ont pas été jusqu'ici considérés comme venimeux ; le défaut de parallélisme entre le perfectionnement graduel des appareils venimeux et l'élévation du pouvoir toxique du venin ; l'importance expérimentalement démontrée du venin dans les processus d'immunité naturelle ; l'action sur les échanges nutritifs, qui a reçu déjà un commencement de démonstration, amènent à considérer l'élaboration du poison, par un organisme animal quelconque, comme l'exagération temporaire ou permanente d'une fonction générale de cet organisme, utile d'abord à l'individu venimeux lui-même, pour son usage intime, peut-on dire, avant d'être secondairement utilisée à l'attaque de la proie et à la défense active ou passive de l'individu et de l'espèce.

Considérés en eux-mêmes, les venins apparaissent comme les plus intéressants peut-être de tous les poisons, par l'intensité et la variété de leurs effets, la multiplicité et l'indépendance de leurs substances actives, aussi bien venimeuses qu'antivenimeuses, qui en font des agents thérapeutiques de premier ordre, et des vaccins capables ainsi d'apporter le remède aux maux qu'ils peuvent causer.

Aussi l'usage instinctif, peut-on dire, s'en est-il de tout temps imposé. Mais, comme les thérapeutes de l'Antiquité et du Moyen-Age ne savaient où localiser le pouvoir guérisseur, ce sont les animaux eux-mêmes qui ont été employés, dans une opothérapie massive ou partielle, autant que dans des préparations nombreuses et variées.

La Renaissance fait sentir son influence éclairante sur la question des venins comme sur beaucoup d'autres ; les recherches de cette époque, celles de Rédi et de Fontana, en particulier, localisant le pouvoir guérisseur dans le venin lui-même, entraînent l'emploi d'une technique plus précise dans les vieilles pratiques d'*accoutumance* : les inoculations répétées de doses, d'abord minimes, puis graduellement croissantes de venin en nature confèrent l'immunité contre l'action mortelle du poison.

Cette méthode est appliquée en 1877 par Fornard, qui accoutume des chiens au venin de crapaud ; en 1887, par Sewall, professeur à l'Université de Michigan, qui accoutume des pigeons au venin d'un crotaliné d'Amérique, le Sistrurus catenatus ; et, en 1890, par M. Kaufmann, professeur à l'Ecole d'Alfort, qui accoutume des chiens au venin de vipère aspic.

Mais, vers cette époque, la comparaison s'établit entre les venins et les toxines microbiennes, et, de cette comparaison, naissent les moyens de *vaccination*, c'est-à-dire l'emploi de venins atténués pour créer l'immunité, ayant pour conséquence la découverte de la Sérothérapie antivenimeuse. Celle-ci, née en France, en 1894, des recherches de MM. C. Phisalix et G. Bertrand, pour le sérum anti-vipère, et, à l'Institut Pasteur, de celles de M. A. Calmette, pour le sérum anti-cobra, est maintenant généralisée dans toutes les contrées infestées de serpents.

Dans les recherches faites d'abord en collaboration avec son mari, puis continuées par elle seule depuis 1906, Mme Phisalix a mené de front l'anatomie comparée des appareils venimeux, la physiologie et la pathologie de l'envenimation, la vaccination contre les venins et le virus rabique par les venins, principalement chez les Batraciens, les Lézards et les Serpents ; elle était donc mieux que personne désignée pour écrire un ouvrage où les travaux de Césaire Phisalix et les siens occupent une place importante.

Chacun des principaux chapitres réunit tout ce qui a trait au groupe indiqué par le titre : *Historique, Biologie et habitat des espèces venimeuses, Anatomie de l'appareil venimeux, étude spéciale du venin, Pathologie et Physiologie de l'envenimation, Immunité naturelle et acquise, Traitement de l'envenimation, Bibliographie.*

On voit donc que l'ouvrage se présente comme un complément aux traités d'Anatomie comparée, de Physiologie et de Pathologie exotique, de Médecine tropicale, de Toxicologie, de Thérapeutique et de Biologie générale. Nul doute que, par sa bibliographie et sa mise au point complète et étendue, il facilite et suscite de nouveaux travaux sur l'importante question des venins.

A. Desgrez,
Professeur à la Faculté de Médecine,
Membre de l'Académie de Médecine.

Faune de France. II. *Oiseaux*, par P. Paris, préparateur à la Faculté des Sciences de Dijon. Un in-8° de 473 pages, avec 490 figures. P. Lechevalier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris, 1921.

L'office central de Faunistique de la Fédération française des sociétés de sciences naturelles fait paraître le 2e volume de *Faune de France ;* il est relatif aux Oiseaux. Tout comme le volume sur les *Echinodermes* (voir *Revue Scientifique*), le 1er de la série, celui-ci est précédé d'une Introduction, où M. Paris décrit très brièvement les téguments, les variations de plumage, le squelette, la musculature, le système nerveux, les organes des sens, la locomotion, les appareils digestif, circulatoire, respiratoire, la reproduction, les migrations, etc. Les volumes de la *Faune de France* ont pour but, non de faire connaître tout ce qui peut être dit au sujet de diverses espèces, mais de permettre aux naturalistes d'identifier sans trop de difficultés les espèces récoltées sur notre territoire.

A. Drz.

Guide pour reconnaître facilement la plupart des champignons comestibles, par A. Sancey, pharmacien, 1 vol. in-16 de 270 pages avec 115 figures. Maloine et Fils éditeurs, 27, rue de l'Ecole de Médecine, Paris. — Prix : 10 francs.

L'auteur a écrit cet ouvrage uniquement pour mettre le public cultivé à même de reconnaître facilement la plupart des champignons comestibles et d'éviter les espèces mortelles ou dangereuses. Facile à consulter, bien documenté, riche en diagnoses claires et précises ainsi qu'en tableaux rendant aisées les déterminations, rédigé sur un plan vraiment pratique, ce guide sera certainement accueilli avec faveur par les botanistes amateurs qui sont si nombreux dans notre pays ; pour beaucoup d'entre eux, il constituera une excellente introduction à l'étude de la mycologie dans les ouvrages plus complets dont l'auteur s'est inspiré et dont il donne la liste.

Il est à souhaiter que ce petit livre se répande dans nos campagnes où, chaque année, l'automne ramène de désastreuses séries d'intoxications trop souvent mortelles ; toutefois il remplira mieux son but lorsque des temps meilleurs auront permis de l'enrichir de bonnes reproductions en couleurs de toutes les espèces décrites. Le tableau explicatif des couleurs qui figure à la fin de l'ouvrage serait avantageusement placé au début. L'auteur a eu l'heureuse idée de donner de nombreuses recettes culinaires et de consacrer deux pages aux empoisonnements par les champignons. Ceux-ci pourraient être étudiés avec plus de détails. Enfin, il nous semble qu'il serait intéressant de faire figurer dans la deuxième édition, à l'usage des amateurs possédant un microscope, la description des caractères microscopiques des spores des diverses espèces étudiées.

A.B.

Formulaire Astier, 2e édition. In-18 de 1.200 pages Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Mettre sur pied un Formulaire ou plutôt un Guide complet du médecin praticien, un compendium de toute la thérapeutique, chimique, biologique, physique, est une œuvre pleine de difficultés. Le tenir à jour n'est pas moins ardu. Nous vivons, en effet, à une époque où les moyens de traitement, les méthodes qui les utilisent, la posologie qui les dose se compliquent et varient avec une incroyable rapidité. De nouvelles découvertes, qu'on pourrait dire quotidiennes, changent à tout instant nos idées sur la maladie et les procédés par lesquels on la peut combattre. Suivre ce mouvement incessant, ne pas se laisser distancer par lui et cependant ne rien avancer qui ne soit pondéré, juste et scientifiquement acquis, telle est la besogne que doivent envisager les auteurs d'un livre de ce genre. J'ose dire que ceux, à la collaboration desquels est due la seconde édition du *Formulaire Astier*, ont parfaitement réussi.

Douze cents pages, c'est dans ce petit espace que les auteurs et les éditeurs de ce joli volume ont su faire tenir tous les enseignements que le praticien peut réclamer pour soigner ses malades. Il y trouvera toutes les données indispensables sur la façon dont se doit envisager le traitement de la maladie en face de laquelle il se trouve, qu'elle soit du domaine de la médecine générale ou qu'elle soit revendiquée par l'une quelconque des nombreuses spécialités qui s'en sont peu à peu détachées. Puis, il retrouvera, d'autre part, traités en détail dans des chapitres spéciaux, tous les moyens thérapeutiques dont il aura pu voir l'indication dans l'autre partie de l'ouvrage. Matière médicale et Formulaire proprement dit, dont les formules ont été établies par des spécialistes éminents, avec le souci de les faire à la fois efficaces et simples : électricité et rayons X, traitement par le radium et le thorium, par la chaleur, par le froid, par la lumière ; eaux minérales, stations climatiques, stations balnéaires, mécanique, gymnastique, thérapeutique par le mouvement, cures de repos, vaccins, sérums, choc colloïdoclasique, opothérapies diverses, tout se rencontre là, rangé dans l'ordre le plus commode et le plus logique.

En vérité, il semble que cet élégant volume soit toute une bibliothèque : il en donne du moins toute la substance sous la forme d'extrait présenté par les écrivains les plus autorisés. Les grands problèmes de la prophylaxie et de la désinfection, les régimes dont l'utilité est si grande, la psychothérapie elle-même y ont trouvé place et le médecin y consultera avec plaisir et profit l'exposé complet de la législation concernant sa profession, chose dont il n'est pas nécessaire, par le temps qui court, de montrer la grande utilité.

La première édition de cet ouvrage a connu un très grand succès. Tel qu'il se présente cette fois, dans sa seconde édition, admirablement complet et parfaitement mis au courant, il est certain de recevoir du public médical l'accueil que méritent tant de travail joint à tant d'esprit pratique et à tant d'ingéniosité dans la présentation.

Professeur Behal,
Membre de l'Institut,
Président de l'Académie de Médecine.

L'Année Biologique. Comptes rendus des travaux de Biologie générale. Nouvelle série. T. I, fasc. 1. Masson, éditeur, Paris, 1920-1921. — Prix d'abonnement : 50 francs.

L'Année Biologique, fondée il y a 25 ans par Yves Delage, qui l'a dirigée avec une autorité indiscutable et a su en assurer la publication malgré des difficultés sans nombre, devient, avec le présent fascicule, l'organe de la *Fédération des Sociétés de Sciences Naturelles*. Le Comité directeur se propose de faire paraître un fascicule d'environ 500 pages tous les deux mois, afin de mieux tenir les lecteurs au courant des travaux de biologie générale, en France et à l'étranger. De ce fait, l'utilité de la *Bibliographia evolutionis* que MM. Caullery et Pérez publiaient en supplément de leur *Bulletin biologique*, ne s'impose plus comme par le passé ; aussi ses directeurs, qui font partie du

nouveau Comité de Rédaction de l'*Année biologique*, ont-ils décidé sa suppression.

Le format de l'*Année Biologique* reste le même, ainsi que les dispositions typographiques et les subdivisions correspondant chacune à l'un des grands problèmes biologiques : l'hérédité, la variation, l'origine des espèces, la distribution géographique, la cellule, la greffe, la reproduction, etc. On lira avec émotion, en tête du premier fascicule de la nouvelle série, la notice nécrologique que Mlle Goldsmith, secrétaire général de la Revue, consacre à la mémoire de son Maître, Yves Delage.

A. Drz.

La Géographie de l'Histoire — *Géographie de la Paix et de la Guerre sur terre et sur mer* par Jean Brunhes et Camille Vallaux. In-8° de 716 pages avec 36 cartes ou diagrammes. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Ce très important ouvrage, qui est le complément de la *Géographie humaine* que nous devons à M. Jean Brunhes, a pour but d'établir les relations étroites existant entre la Nature et l'Homme. Lorsqu'on l'a lu, on a de la Géographie politique une conception tout autre que celle qu'on possédait jusqu'ici, car les causes réelles qui ont provoqué, depuis l'origine du monde, les grandes mêlées des peuples, les grandes invasions qui ont jeté les unes contre les autres des races si diverses, apparaissent avec une remarquable netteté.

En examinant le rôle de la Géographie dans l'Histoire depuis l'origine de l'Homme, les auteurs insistent d'abord sur la nécessité de ne pas limiter, comme on le fait trop souvent, les études préhistoriques au seul examen des superpositions chronologiques, mais à tenir compte très largement de la diffusion de l'Homme *en surface*. C'est vraisemblablement par cette méthode qu'on pourra établir un jour l'enchaînement entre la préhistoire, la protohistoire et l'histoire.

Les faits sont exposés avec une méthode et suivant un plan d'une ordonnance parfaite. L'ouvrage est divisé en deux parties : 1° *Les relations entre la Géographie et l'Histoire ;* 2° *la Géographie des luttes contemporaines, races, nationalités, nations, états, guerre et paix.*

I. — Après avoir exposé ce que sont les fondements de la géographie sociale en établissant les relations qui existent entre la Géographie humaine et les faits sociaux et psychologiques, les auteurs consacrent un très important chapitre à l'influence primordiale que posséde l'alimentation, et par conséquent la culture, sur la répartition des peuples et leur fixation.

Au point de vue du peuplement du globe, nous sommes en présence de deux ordres de faits : les faits de fixation et les faits de mouvement. Aux premiers sont dues les zones de concentration passive résultant des conditions climatériques et les zones de concentration active résultant de conditions agronomiques, minières et industrielles (mais ces derniers amènent le dépeuplement des campagnes au profit des villes).

Aux faits de mouvement se rattachent les migrations des masses et les migrations d'infiltration : les auteurs en exposent les causes et les effets.

En trois chapitres très documentés, ils étudient les trois problèmes fondamentaux de la Géographie politique : 1° l'Etat et le territoire ; 2° l'Etat, la route et la frontière ; 3° l'Etat et la capitale. Ils terminent cette première partie de leur ouvrage par un exposé de l'évolution qu'amènent le régionaliste et le fédéralisme avec, comme conséquence finale, la transformation des frontières et des capitales.

II. — Dans la deuxième partie, MM. Bruhnes et Vallaux abordent la question des luttes de races dans les sociétés actuelles et ils montrent tout d'abord les conséquences politiques et mentales de la dernière guerre, dans laquelle la Géographie a joué un rôle prépondérant : luttes pour la mer et sur la mer ; liaisons maritimes et politiques des Océans.

Au point de vue de la notion de race, les auteurs démontrent qu'il n'y a plus de races pures et que pour trouver des « groupes humains approximativement homogènes » il faudrait remonter au moins jusqu'aux temps paléolithiques, c'est-à-dire il y a 25 ou 30.000 ans. Aux cohésions humaines que l'on voudrait établir en se basant sur les races, principe en apparence rationnel, ils opposent l'insurmontable problème résultant des facteurs complexes de langues et de religions.

Que d'autres éléments encore, et combien disparates : divergences dans les idées, les habitudes et le travail, empêcheront toujours l'espèce humaine « de s'uniformiser » et par conséquent de s'affranchir des rivalités sans cesse grandissantes à mesure que la civilisation progresse et que l'homme devient plus exigeant. La concorde entre les races et la paix entre les hommes régneront-elles un jour ? Ne sont-elles pas incompatibles avec l'existence même de l'homme ? Et MM. Brunhes et Vallaux n'ont-ils pas raison lorsqu'ils disent, dans les conclusions par lesquelles ils terminent leur très remarquable ouvrage : « Les hommes vivent dans une diversité intellectuelle sans espoir d'unité future, car c'est cette diversité qui fait la grandeur et la fécondité de l'esprit humain. »

L. Franchet.

Prehistory. *A study of early cultures in Europe and the Mediterranean basin*, by M. C. Burkitt, M. A., F. G. S. vith a short. Preface by l'Abbé Breuil, professor at the Institute of Human paleontology, Paris. In-8° de 438 pages, avec 47 planches. The University Press, Cambridge. — Prix : 35 sh.

M. Burkitt était particulièrement qualifié pour écrire un livre sur la Préhistoire parce qu'il n'est pas un savant de cabinet mais un travailleur opérant sur le terrain, doublé d'un voyageur ayant beaucoup vu et beaucoup observé. L'ouvrage qu'il publie aujourd'hui n'est pas un traité de préhistoire mais un véritable recueil d'observations, presque toujours personnelles, sur les premières civilisations européennes et méditerranéennes, particulièrement sur les arts primitifs qui l'intéressent spécialement.

Il ne pouvait trouver sur ce sujet un meilleur maître que l'abbé Breuil qui a écrit une spirituelle Préface pour *Prehistory*.

Primitivement, en 1914, cet ouvrage devait être un simple guide et il en conserve un peu la facture générale. Par la suite, il devint un très intéressant livre issu des grandes randonnées de l'auteur à travers les grottes de France et d'Espagne, voyages d'études faits prsque tous en compagnie de l'abbé Breuil.

M. Burkitt traite d'une manière générale tout le Paléolithique et le Néolithique au point de vue de la géologie, du travail de la pierre et de l'évolution industrielle.

Il adopte la théorie de M. Boule en plaçant l'époque chelléo-acheuléenne dans la dernière phase interglaciaire.

On lira avec un intérêt tout particulier le chapitre V relatif à l'Homme tertiaire dont, avec M. Breuil, l'auteur admet l'existence, chapitre dans lequel il donne une étude, malheureusement trop brève, des silex d'Ipswich découverts, en 1910, par M. Moir, mais encore peu connus de la plupart des préhistoriens.

La question des Arts primitifs est largement traitée et présente dans le livre de M. Burkitt un intérêt particulier parce qu'elle est, sous sa plume, le reflet des idées de l'abbé Breuil, exposées par un élève que l'on sent imprégné de la science d'un Maître qui fut parfaitement compris.

L'ouvrage de M. Burkitt comptera parmi les meilleurs de la littérature relative à la Préhistoire.

L. FRANCHET.

Nutrition de la Plante. — *Echanges d'eau et de substances minérales.* In-16 de 395 pages. *Formation des substances ternaires.* In-16 de 438 pages ; par M. MOLLIARD. Doin, éditeur, Paris. — Chaque volume : 14 francs.

Ces ouvrages constituent les deux premiers volumes d'une série qui doit en comporter huit et embrasser ainsi toutes les grandes questions de la Physiologie végétale. En raison de son importance, la nutrition de la plante occupe tout naturellement le premier rang parmi les différentes matières qui vont être successivement traitées par l'auteur.

Dans l'exposé du phénomène général de la nutrition, M. Molliard consacre le premier volume à l'étude des échanges d'eau et de substances minérales. Envisageant tout d'abord les éléments minéraux contenus dans les végétaux, il cherche dans quelle mesure ils peuvent être utilisés par eux ou leur être nuisibles. Il fait voir ensuite par quel mécanisme ils sont absorbés, ainsi que l'eau qui constitue leur solvant, et comment ils circulent dans les différents membres de la plante.

Le second volume est réservé à l'étude de la formation des substances ternaires. Après les avoir considérées tout d'abord telles qu'elles existent chez les plantes, l'auteur expose ce qu'on sait actuellement de la formation de ces substances. Etudiant en premier lieu les substances sucrées, il montre comment elles dérivent chez les plantes vertes d'une fonction fondamentale, la fonction chlorophyllienne, comment et à quel état elles s'accumulent ultérieurement dans les organes. Il en fait de même pour les glucosides, les graisses, les essences, les résines et le latex. La nutrition carbonée organique des végétaux dépourvus de chlorophylle fait ensuite l'objet d'un chapitre spécial. Revenant enfin aux plantes vertes, M. Molliard montre dans quelle mesure elles peuvent, elles aussi, utiliser le carbone organique. « Ainsi, dit-il en terminant, se trouve établie de diverses manières une continuité complète entre les plantes vertes absolument autotrophes et celles qui, dépourvues de chlorophylle, sont exclusivement hétérotrophes ; des transitions insensibles s'observent entre le premier genre de vie d'une part, le parasitisme et le saprophitisme d'autre part ; la théorie de Liebig, relative à la nutrition purement minérale des végétaux supérieurs, n'est donc pas absolument exacte ; ici, comme à bien d'autres points de vue, on peut répéter : *natura non facit saltus* et considérer nos cadres d'étude comme présentant une rigidité artificielle ».

Les ouvrages que nous venons de présenter aux lecteurs de cette Revue rencontreront, sans nul doute, le meilleur accueil auprès de tous ceux qu'intéresse la Biologie. Ils y trouveront, en effet, mises au point d'une façon aussi précise que possible, ainsi qu'en témoigne l'abondante bibliographie qui accompagne chaque volume, les questions les plus diverses de la Physiologie végétale. Leur lecture faite, ils n'auront qu'un désir, celui de voir paraître, sans trop tarder, les volumes qui doivent traiter de l'utilisation des substances ternaires, du cycle de l'azote, des échanges d'énergie, de l'action du milieu inorganisé et du milieu vivant sur les végétaux et de la physiologie de l'espèce.

P. G.

Métallurgie. Leçons professées par M. Paul PASCAL à la Faculté des Sciences de Lille et à l'Institut industriel du Nord. Deux fascicules in-8° de 200 pages chacun, autographiés. G. Jauny, éditeur, Lille.

Ces leçons constituent une synthèse du cours professé à Lille, l'année dernière. L'auteur avait publié déjà ses leçons sur les catalyses industrielles et il avait, pour la première fois, traité, comme il convient, avec les lumières de la physico-chimie, les divers procédés synthétiques donnant l'acide azotique. Le cours de métallurgie s'inspire des mêmes principes. C'est ainsi que dans l'étude de la préparation des minerais, nous trouvons une remarquable étude du flottage.

Les réactions des hauts-fourneaux et des traitements techniques ont permis à l'auteur de montrer le parti que l'on peut tirer des vues nouvelles de la Science moderne pour comprendre ce qui se passe. Nous relevons en particulier le chapitre sur l'équilibre du carbone et de ses oxydes, la réduction des oxydes de fer, la fusibilité des laitiers, l'épuration des gaz de haut-fourneaux. Nous voilà loin de l'enseignement ordinaire pour la formation des ingénieurs : la Science appliquée et la Science pure ne font qu'une et on comprend combien il était important que cette Science appliquée fût enseignée dans les Universités si on voulait que notre Industrie sortît de l'empirisme.

A. R.

Traité de métallurgie générale par L. GUILLET, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire des Arts et Métiers. In-8° de 528 pages avec 335 figures (*Encyclopédie minière et métallurgique*). J. B. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Ce traité constitue le premier volume de la collection des *Grandes encyclopédies industrielles*, qui comprendra 188 volumes publiés sous le patronage de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, de la Société des ingénieurs civils, de l'Union des industries métallurgiques et minières, de l'Union des syndicats de l'Electricité, de l'Union des Industries chimiques, du Comité des Forges de France, de la Société de chimie industrielle, de la Société française des électriciens, du Syndicat des ingénieurs électriciens et de la Société hydrotechnique de France.

Il serait superflu de présenter aux métallurgistes, l'auteur de ce premier volume : M. L. Guillet est un spécialiste suffisamment connu par ses travaux, ses publications, ses conférences, son active collaboration à la *Revue de Métallurgie* et la valeur de ses recherches personnelles. Il a, en outre, assumé la lourde tâche de diriger l'*Encyclopédie minière et métallurgique*.

Dans ce traité de métallurgie générale, M. L. Guillet établit tout d'abord une classification des opérations métallurgiques qu'il divise en sept classes : 1° le grillage et la calcination ; 2° la fusion ; 3° l'ébullition ;

4° l'électrométallurgie par voie sèche ; 5° les opérations de voie humide ; 6° l'amalgamation ; 7° l'électrolyse de solution. Les rapports entre certaines de ces opérations et les lois de la physico-chimie font l'objet de chapitres spéciaux, ainsi que la description et le fonctionnement des appareils affectés à chaque opération.

La question des fours électriques est largement traitée : fours pour électrolyse, fours pour électrothermie : tous les systèmes en usage sont étudiés en détail.

Le chapitre XVIII est consacré au traitement des principaux minerais que l'auteur répartit en quatre classes : les métaux natifs ; les oxydes et les carbonates ; les silicates ; les sulfures et les arséniures.

Le chapitre XIX traite des méthodes de coulées, des lingotières, des lingots et de leurs défauts ainsi que des procédés employés pour remédier à ceux-ci.

Le chapitre XX donne l'étude des laitiers et des scories : leur rôle, leur classification, leur fusibilité, leur séparation d'avec le produit métallurgique, leurs utilisations en construction et en agriculture.

Le chapitre XXI est consacré à l'utilisation des gaz et des poussières. Les principaux appareils d'épuration des gaz s'y trouvent décrits. A. R.

Nouveaux Parfums Synthétiques, par R. M. et J. Gattefossé. In-8° de 208 pages, 2 planches. Publications Pierre Argence. Argence et Vidal, éditeurs, Lyon.

Jusqu'à la fin du siècle dernier les parfumeurs utilisaient uniquement dans leurs préparations les produits naturels : essences d'origine animale ou végétale Peu à peu, grâce aux progrès de la chimie organique, les produits de synthèse issus du laboratoire et fabriqués en grand dans l'industrie ont fait leur apparition en Parfumerie. C'est une véritable révolution qu'ils ont produite dans cette industrie et ce n'est pas sans récriminer que « les timorés et les routiniers ont accepté les parfums créés par la science ou transformés par ses soins ». On aurait pu craindre au début une « nouvelle guerre des Deux Roses », suivant l'expression imagée de MM. Gattefossé.

Ces auteurs consacrent dans leur ouvrage : « Nouveaux Parfums Synthétiques » l'actuel triomphe de la « Rose artificielle » ou plutôt de l'Industrie des Parfums synthétiques qui d'ailleurs collabore étroitement avec la vieille industrie, si florissante en France, des essences naturelles. Les progrès réalisés dans la purification des produits, leur choix judicieux et l'étude de leurs mélanges ont mis en effet à la disposition des parfumeurs, gagnés peu à peu par les avantages des parfums artificiels une « gamme d'odeurs » capable de rivaliser en finesse, en persistance et en variété avec les essences naturelles, parfois même en les surpassant.

L'ouvrage de MM. Gattefossé est en somme un exposé de l'état actuel de l'industrie des parfums de synthèse. Il s'adresse aux industriels qui désirent connaître plus à fond la technique de leur métier, mais il est susceptible d'intéresser tous les chimistes.

La première partie contient, outre des considérations générales économiques et scientifiques, un bref rappel des notions de chimie organique essentielles. Elle se termine par la classification suivante des parfums synthétiques qui nous paraît particulièrement claire et pratique :

1°) Constituants des essences (corps purs isolés physiquement ou chimiquement des huiles essentielles).

2°) Parfums de synthèse obtenus par transformation chimique des huiles essentielles.

3°) Parfums de synthèse organique totale.

4°) Parfums artificiels proprement dits préparés par mélange des précédents et imitant les parfums naturels ou constituant de nouveaux « bouquets ».

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée spécialement aux principaux parfums de synthèse employés actuellement. Laissant de côté de très nombreux composés aromatiques à odeurs agréables, mais difficiles à préparer et de prix de revient trop élevé, les auteurs se contentent de nous décrire les corps intéressants au point de vue pratique. Ils les étudient dans l'ordre habituel des fonctions en chimie organique : alcools, cétones, aldéhydes, acides, etc...

Le chapitre consacré à chaque composé comprend un exposé des procédés actuels d'extraction, de préparation, de purification. Il se complète par la description des principales propriétés et quelques considérations spéciales : moyens d'identification, importance de la production, succédanés divers, pays d'origine, etc.

On lira en particulier dans cette deuxième partie les chapitres relatifs à la vanilline, aux cétones aromatiques (ionone) à la question des muscs artificiels. P. Gd.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

P. Le Gravian. — Les chaussées modernes. In-8° de 430 pages avec 89 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Philip Hawk. — Practical physiological chemistry, 7e édition. In-8° de 675 pages avec 192 figures et 6 planches. Blakiston's son and Co, éditeur, Philadelphie.

Lucien Bourguès et *Alexandre Denériaz.* — La musique et la vie intérieure. In-8° de 586 pages avec 983 exemples et 1 planche. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Drs Desesquelle et *Niewenglowski.* — Dictionnaire pratique de Médecine et d'Hygiène. In-8° de 932 pages avec 600 figures et planches. Garnier, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Glasson. — La guerre future. In-8° de 121 pages. Attinger, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

F. Bezançon. — Les bases actuelles du problème de la tuberculose. In-16 de 200 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Lord Haldane. — Le règne de la relativité. Trad. par H. de Varigny. In-8° de 590 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Marcel Lamotte. — Cours de mécanique appliquée. In-8° de 282 pages avec 214 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

G. Mie. — La théorie einsteinienne de la gravitation. In-12 de 140 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

Emile Borel. — L'Espace et le Temps. In-16 de 245 pages (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

J. Andrade. — Les organes réglants des chronomètres. In-16 de 146 pages. Mégron, éditeur, Bienne. Prix : 6 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 8 — 60e ANNÉE — 22 AVRIL 1922

LES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES DU COLLÈGE DE FRANCE

HUMBERT ET JORDAN ; ROBERVAL ET RAMUS (1)

Dans sa belle histoire du Collège de France, mon savant collègue, M. Abel Lefranc, observe que l'usage des discours d'installation, consacrés soit à l'historique de la chaire, soit à l'éloge du Prédécesseur remonte aux tout premiers temps du Collège. Je n'ai pas hésité à me conformer à la coutume ; toutefois, cette dénomination pompeuse, discours d'installation, m'a d'abord effrayé; bientôt, cependant, je me suis à peu près rassuré en réfléchissant que nul d'entre vous ne pouvait espérer qu'il m'ait suffi de traverser la rue St-Jacques pour être devenu éloquent et en songeant que, quels qu'aient été les traditions et le nom donné à la première leçon, j'aurais tenu à dire combien j'avais été flatté d'être désigné pour assurer l'enseignement des mathématiques pures au Collège de France et à rendre un hommage respectueux à la mémoire de mon éminent Prédécesseur.

Quoi de plus naturel et de plus humain d'ailleurs que ces leçons inaugurales. Il faudrait posséder plus encore de vanité qu'il n'est normal pour ne pas se sentir reconnaissant et un peu gêné au moment où l'on se trouve appelé à prendre place à la suite de tant de savants aux noms honorés et souvent illustres. Plus l'honneur vous paraît grand, disproportionné, plus on éprouve le besoin de n'en rien oublier, de parler de tous ceux qui ont accumulé l'héritage de renommée dont on bénéficie et plus spécialement de celui qui vous a transmis cet héritage intact, ou même encore accru.

La révision historique à laquelle on est ainsi conduit n'est d'ailleurs pas sans péril. On savait bien, en la commençant, qu'on allait rencontrer des travailleurs acharnés, des intelligences d'élite, des créateurs ingénieux et pourtant, à étudier mieux les écrits de ces grands hommes, à pénétrer plus profondément dans leurs pensées, l'honneur de leur succéder, que l'on savait très grand, grandit encore. Et si démesurément qu'il faut beaucoup de fermeté, et beaucoup de persévérance dans la fermeté, pour ne jamais se dire : il est impossible qu'un si glorieux héritage ait été remis entre des mains indignes, je mérite certainement, je ne m'en étais jamais douté, l'honneur qui m'est fait.

Lorsqu'en 1912 Georges Humbert (1) fut nommé professeur de mathématiques au Collège de France, ses travaux nombreux, variés et importants, qui lui avaient valu d'être élu Membre de l'Académie des Sciences en 1901, avaient attiré sur lui, depuis longtemps, l'attention des mathématiciens du monde entier. Après 1912, malgré une longue maladie, son activité scientifique ne s'est pas ralentie ; dans les derniers mois de sa vie, il rédigeait encore un mémoire qui ne fut publié qu'après sa mort, dans le premier

(1) Leçon d'ouverture du Cours de mathématiques pures du Collège de France.

(1) Humbert (Marie-Georges), né à Paris, le 7 janvier 1859, est mort à Paris, le 21 janvier 1921.

fascicule du journal de mathématiques de 1921.

Georges Humbert a publié plus de 140 notes et mémoires, souvent étendus. Une courte séance comme celle-ci ne saurait suffire pour commenter une œuvre aussi vaste. Je sais que des analyses dignes de l'œuvre d'Humbert et des études sur sa vie sont en préparation et seront publiées d'ici peu au *Journal des Savants* et comme préface au recueil des travaux de Georges Humbert ; je veux rappeler ici simplement quelques-uns des traits les plus caractéristiques du talent de mon prédécesseur, en tant que mathématicien et en tant que professeur.

Dans toute œuvre véritable se révèle une continuité de pensée qui permet de grouper tout naturellement les divers mémoires autour de quelques idées directrices, de quelques préoccupations dominantes. Dans cette esquisse rapide, je me bornerai au groupement qui s'impose tout d'abord : recherches antérieures à 1898, relatives à l'étude des fonctions algébriques ; recherches postérieures à 1898, relatives à la théorie et à l'utilisation des fonctions abéliennes singulières.

Excepté quatre ou cinq recherches qui relèvent de la géométrie pure et de la géométrie différentielle, les travaux de la première époque, qui sont consacrés à des études sur les courbes et les surfaces algébriques, sont faits toujours, et c'est ce qui les caractérise, à l'aide de ce qu'on appelle maintenant des fonctions uniformisantes. Humbert signale à plusieurs reprises qu'il avait été très frappé en constatant quel ordre, quelle clarté, quelle généralité avaient été obtenus dans l'étude des courbes de genre un à partir du moment où l'on avait exprimé les coordonnées d'un point quelconque de ces courbes à l'aide des fonctions elliptiques, et que c'est cette constatation qui l'a toujours guidé.

Par cette méthode, en effet, Clebsch et ses continuateurs avaient réussi à grouper et à étendre de nombreuses propositions géométriques, particulières et disparates, semblait-il, que l'on n'avait estimées jusque-là que pour leur caractère esthétique. D'ailleurs, au lieu d'admirer leur véritable beauté, on était plutôt séduit par leur mystère : maintenant, nous admirons encore ces propositions, mais notre admiration est fondée sur nos connaissances et non plus sur notre ignorance.

Humbert s'est efforcé de réaliser un progrès analogue pour d'autres catégories de courbes, pour certaines catégories de surfaces; et il y a pleinement réussi. Mais pourquoi, diront certains, s'occuper de catégories spéciales de courbes, pourquoi ne pas étudier les courbes les plus générales? Poincaré n'a-t-il pas montré qu'elles étaient toutes uniformisables à l'aide des fonctions fuchsiennes? Parce que, malgré tout ce que nous a appris Poincaré, nous ne connaissons que quelques propriétés des fonctions fuchsiennes d'où nous ne pouvons espérer tirer que peu de propriétés géométriques. C'est pourquoi Humbert n'a guère utilisé les fonctions fuchsiennes qu'on aurait pu penser tout d'abord devoir être son principal instrument de recherche. Il en a déduit cependant des résultats intéressants appartenant à cette géométrie énumérative étudiée par tant de mathématiciens, depuis Abel, Jacobi et Riemann jusqu'à Halphen. Dans ces questions déjà si travaillées, grâce en particulier aux fonctions fuchsiennes, Georges Humbert obtient des propriétés nouvelles ; il lui arrive aussi de compléter ou de rectifier des propositions déjà énoncées.

Le plus souvent, Humbert utilise des fonctions uniformisantes plus particulières. Qu'on ne s'y trompe pas d'ailleurs, à cause de leur puissance et de leur généralité même, les transcendantes fuchsiennes ne sont immédiatement adaptées qu'à la recherche des propriétés générales des courbes. Or, le but géométrique que l'on poursuit n'est pas celui-ci, mais bien plutôt la recherche de propriétés particulières spéciales à des familles intéressantes de courbes. L'outil véritable est constitué par les fonctions qui permettent l'uniformisation de ces courbes particulières ; encore faut-il que ces fonctions nous soient bien connues. Mieux nous les connaissons, mieux nous pouvons étudier les courbes considérées ; c'est ainsi que les unicursales sont plus complètement étudiées que les courbes de genre un.

On comprend donc pourquoi Georges Humbert a fait porter ses efforts sur les variétés qui se peuvent uniformiser à l'aide de diverses catégories de fonctions assez bien connues : fonctions elliptiques, fonctions abéliennes, fonctions hypérabéliennes de M. Picard. Je ne puis songer à entrer dans le détail des très nombreux résultats obtenus ; les uns appartiennent à la géométrie énumérative : les autres, très élégants et qu'il faudrait tous citer, sont des conséquences ingénieuses du théorème d'Abel ; d'autres enfin sont relatifs à des surfaces particulières, telles que la surface de Kummer aux multiples spécialisations. De tous ces beaux résultats, ce sont les derniers que j'apprécie encore le plus, car, de tous, ils me paraissent les plus utiles. En dehors de surfaces aussi banales que les quadriques,

nous ne connaissons, en effet, presque aucune surface ; j'estime que des exemples précis, bien observés, complètement étudiés comme ceux de Georges Humbert sont indispensables pour éveiller notre intuition, pour aiguiller l'étude des surfaces qui, sans eux, risquerait de s'égarer dans des généralités sans application.

Pour citer au moins un résultat, je rappelle que la classification des courbes tracées sur une surface donnée est un problème très délicat et qu'il avait fallu toute la maîtrise d'Halphen pour traiter le cas où la surface est une quadrique. Humbert a donné la classification complète des courbes de la surface de Kummer ; voici le théorème fondamental à cet égard :

L'équation de la courbe complète d'ordre $4p$ commune à une surface de Kummer K et à une surface algébrique de degré p s'obtient en égalant à zéro une fonction θ, normale, paire, d'ordre $2p$, à caractéristique nulle, et réciproquement.

Les courbes tracées sur la surface K sont toutes de degré pair et, le long d'une courbe d'ordre $2p$, on peut circonscrire à K une surface de degré p ne la coupant pas en dehors de la courbe.

Les travaux dont j'ai parlé jusqu'ici montraient surtout en Georges Humbert le géomètre. Géomètre, Poncelet lui eût sans doute dénié ce titre, car Humbert a presque toujours eu recours à l'appareil analytique, il a peu fait de géométrie pure ; de plus, ses énoncés ont très souvent un aspect algébrico-géométrique. Et pourtant, ce sont bien des qualités de géomètre qu'il fallait pour deviner, sous la généralité des formules analytiques et pour réussir à extraire élégamment de ces formules les cas particuliers présentant, ce double caractère d'utilité et de beauté que nous exigeons des énoncés de la géométrie, la plus artistique des sciences mathématiques.

Dans ses premières recherches, Humbert était donc un géomètre ; mais un géomètre singulièrement averti des choses de l'analyse dont il connaissait les faits particuliers tout aussi bien que les théories générales.

Ces théories sont indispensables en mathématiques, c'est vers elles qu'il faut tendre et toute théorie générale nouvelle est une superbe conquête ; pourtant, réduites aux théories générales, les mathématiques ne seraient qu'une belle forme vide de contenu. Elles mourraient vite, comme sont mortes, momentanément, plusieurs branches de notre science juste au moment où des vues générales semblaient devoir leur procurer une activité nouvelle ; je citerai, par exemple, la théorie des formes, ou les fonctions elliptiques si ignorées depuis que Weierstrass en a si simplement exposé les théorèmes généraux. Les théories générales répondent aux questions qu'on s'était posées ; malheureusement elles y répondent trop facilement, sans exiger de nous presque aucun effort, et, comme elles nous donnent la solution des problèmes avant que nous les ayions étudiés, elles émoussent notre curiosité et nous dispensent de la connaissance intime qui aurait conduit à des problèmes nouveaux. Même, elles rendent volontiers dédaigneux pour les recherches particulières d'où pourraient surgir ces problèmes nouveaux, parce que de telles études ne sauraient avoir la même élégance que la théorie générale.

Pourtant, Humbert a su écrire sur des questions particulières avec une suprême élégance ; chez lui, ce n'est plus l'extrême généralité qui séduit, c'est la précision parfaite. En illustrant les théories générales d'applications précises, comme celles d'Humbert, on peut leur redonner la vie et les rendre génératrices de progrès nouveaux. C'est ainsi que Poincaré signalait l'intérêt, pour l'Analyse pure, des études d'Humbert sur les surfaces hyperelliptiques, desquelles il disait qu'elles nous aident à nous représenter d'une manière plus concrète les propriétés des transcendantes abéliennes.

Avant qu'existe la théorie générale actuelle des fonctions analytiques, les étudiants apprenaient à connaître quelques fonctions particulières, fonctions Γ, fonctions sn, etc... Maintenant, cela est naturel et inévitable, ces fonctions ne sont plus considérées qu'incidemment, comme occasions d'applications de la théorie générale. Encore n'obtient-on que les tout premiers résultats qui les concernent; l'étude détaillée, monographique, de ces fonctions est laissée aux soins de chacun ; tous ne la font pas. Aussi, beaucoup d'Analystes auraient reculé devant l'utilisation de ces fonctions particulières qu'Humbert a si bien su employer, chacune avec ses ressources propres.

J'imagine d'ailleurs que, au début, Humbert lui-même a été quelque peu embarrassé. Mais on apprend à se servir d'un outil en s'en servant ; on découvre alors peu à peu toutes ses qualités, ses défauts, s'il n'est pas tout à fait au point ; on essaie de l'améliorer et, si l'on en est digne, on trouve là l'occasion d'ajouter à l'Analyse un chapitre nouveau et important ; c'est ce qu'a fait Georges Humbert.

L'Académie des Sciences avait proposé, comme sujet pour le prix Bordin de 1892, l'application de la théorie générale des fonctions abéliennes à la géométrie. Que le prix ait été décerné à Humbert, nul n'en fut étonné ; même, je crois que le sujet du concours avait été choisi pour Georges Humbert, comme l'on dit. Mais ce à quoi personne ne s'attendait, c'est à voir Humbert, comme conséquence de ce concours de géométrie, devenir, de Géomètre, Analyste.

Presque tous les énoncés obtenus par Humbert dans son mémoire couronné comportaient une exception : il fallait toujours écarter le cas où les trois nombres, définissant les périodes des fonctions abéliennes que l'on considérait, auraient été liés par une relation à coefficients entiers d'une certaine forme, par ce qu'on appelle, d'après Humbert, une relation singulière. D'où vient cette difficulté ? Qu'ont de particulier ces fonctions abéliennes singulières ? C'est la question que s'est posée Georges Humbert et à laquelle il a répondu par cette théorie des fonctions abéliennes singulières, édifiée à partir de 1898, et qui montre que beaucoup de questions relatives aux fonctions abéliennes, que l'on croyait entièrement traitées, ne l'étaient en réalité que très incomplètement.

Voici, par exemple, comment Hermite avait étudié le problème de la transformation qui consiste à trouver les systèmes de périodes tels que toute fonction abélienne admettant ces périodes soit exprimable rationnellement à l'aide de fonctions abéliennes de périodes données. La traduction analytique de cet énoncé conduit à quatre relations entre les deux systèmes de périodes d'où, par élimination, une relation entre les trois nombres attachés aux périodes données. Hermite admit que les coefficients de cette relation doivent être nuls ; cela est, en effet, nécessaire si les périodes données doivent pouvoir être prises au hasard, mais il n'en est plus de même si les périodes sont données d'une façon particulière. La relation rencontrée par Hermite peut alors être vérifiée par un système de coefficients non tous nuls et comme cette relation est de la forme des relations singulières d'Humbert, les fonctions dont la théorie était incomplète sont les fonctions abéliennes singulières d'Humbert.

Ces fonctions singulières sont d'ailleurs de diverses espèces, car les trois nombres définissant les périodes peuvent vérifier une ou deux ou trois relations singulières ; il y avait donc trois catégories de fonctions abéliennes qu'on avait omis de considérer. Et ces fonctions, précisément parce qu'elles ne sont pas les plus générales, sont celles qui possèdent les propriétés les plus curieuses et qui, dans les applications, sont les plus importantes à connaître. Je ne puis entreprendre de suivre Georges Humbert dans ses études sur la transformation, sur la multiplication complexe, sur l'existence des fonctions intermédiaires, etc..., problèmes traités incomplètement ou même restés inabordés jusque-là ; il me suffit d'avoir fait soupçonner l'importance de la lacune comblée par Humbert, grâce à ses dons d'Analyste habile, attentif et persévérant. Ses mémoires sur ce sujet, tout en étant très complets, sont, comme tous ceux qu'il a écrits, faciles à lire, élégants, clairs et concis. Peut-être est-ce à cause de ce dernier caractère que des hommes distingués ont publié des travaux dans lesquels ils croyaient prolonger les résultats d'Humbert alors qu'ils ne faisaient que les commenter. Rendant compte d'un de ces travaux, dans une des séances d'analyses de mémoires que M. Hadamard a organisées au Collège de France, l'un des plus brillants élèves d'Humbert, M. Lefschetz, a pu conclure très justement à peu près en ces termes : « Ce travail fournit la traduction géométrique des résultats d'Humbert dans un mode de représentation indiqué par Humbert lui-même en quelques mots. Il n'ajoute rien d'essentiellement nouveau à ce que nous a appris Humbert concernant les fonctions abéliennes ».

Au cours de ses travaux d'analyse, Humbert n'oublie pas qu'il est aussi géomètre, et comme à l'existence, pour le cas de deux variables, de fonctions abéliennes singulières, doivent correspondre, pour les surfaces, des propriétés qui n'ont pas d'analogues pour les courbes, il arrive à des énoncés inattendus comme ceux-ci, qui sont très importants : Deux surfaces peuvent se correspondre point à point sans avoir les mêmes modules. Une surface peut admettre un nombre infini de transformations en elle-même, sans admettre de transformations dépendant d'un paramètre.

La théorie des fonctions abéliennes singulières soulève naturellement bien des questions arithmétiques. Les travaux des dernières années d'Humbert sont tous consacrés à la théorie des nombres ; sur ce sujet, il a publié environ cinquante notes et mémoires. Dans ce domaine arithmétique Humbert se meut à l'aise, là encore il sait très heureusement marier l'analyse avec la géométrie ; témoin cette belle représentation des entiers par des surfaces et des formes quadratiques binaires par des courbes, dans

laquelle la surface contient la courbe lorsque la forme peut représenter le nombre entier, et seulement dans ce cas.

Il convient encore de rappeler que, en 1916, Humbert a réussi à obtenir aussi une représentation géométrique pour les fractions continues, ce qui avait été vainement tenté par bien des géomètres et non des moindres. Humbert utilise cette division du plan en triangles curvilignes qui est associée à la fonction modulaire ; les réduites d'une fraction sont des abscisses de sommets des triangles successivement traversés par une droite. Cette belle méthode rend intuitives les principales propriétés des fractions continues, en particulier la périodicité des fractions représentant une irrationnelle du second degré.

J'arrête ici cet aperçu trop sommaire ; si insuffisant qu'il soit, j'espère qu'il vous aura montré clairement que les grands succès remportés dans ses recherches par Georges Humbert sont dus à sa connaissance profonde et minutieuse tout à la fois du domaine des fonctions algébriques, à son habileté merveilleuse à manier les formes analytiques, à son amour du concret qui se manifeste et par ses constants retours à la géométrie et par le soin avec lequel il étudie des cas particuliers avant de s'élever à des faits plus généraux.

Vous me pardonneriez plus facilement de ne pas parler davantage du mathématicien si, maintenant, je vous entretenais de l'homme que nous regrettons tous et dont on aimerait à entendre rappeler les qualités et les vertus par quelqu'un de ceux qui l'ont intimement connu. Je n'étais malheureusement pas en relations avec Georges Humbert ; j'eus, juste, l'occcasion de lui rendre une fois visite. Son accueil fut, non pas froid, mais réservé ; c'était celui d'un homme qui ne recherche pas la popularité, qui ne prend pas avec le premier venu ces allures de familiarité et de cordialité sous lesquelles, le plus souvent, se masque une indifférence universelle. La courtoisie de Georges Humbert, qui n'était pas seulement la politesse de l'homme très bien élevé, mais qu'on sentait vite due à une bienveillance foncière, rectifia vite la première impression et la conversation s'anima. Surtout d'ailleurs du fait du brillant causeur qu'était Humbert. Brillant causeur qui ne tenait guère à briller car, la glace rompue, il sut faire parler son visiteur, se bornant à quelques phrases où l'on sentait parfois une pointe d'humour. Et d'une visite dont la première minute m'avait un peu inquiété, je sortis enchanté et comprenant tout ce qui m'avait été dit du plaisir qu'on éprouvait dans la société de Georges Humbert.

L'intérêt qu'il portait aux questions les plus diverses, littéraires, scientifiques, artistiques ou sociales, l'étendue et la variété de ses connaissances, ses qualités d'homme du monde ont beaucoup contribué à le faire plus rapidement apprécier partout où il a été appelé : à l'Inspection des Mines comme à l'Académie des Sciences, à l'Ecole Polytechnique comme ici, au Collège de France.

Ce n'est, hélas, pas un éloge banal de déclarer que personne n'a jamais entendu dire du mal de lui, qu'on ne lui connaissait aucun ennemi. Par contre, on lui connaissait des amis chauds, fidèles et sûrs. Qui a pu assister aux obsèques de Georges Humbert se rappelle le discours si profondément et douloureusement ému que M. Painlevé a prononcé au nom de ses amis. Des amitiés aussi élevées, qui n'ont pas pour origine une vieille camaraderie et qui, cependant, unissent étroitement des hommes que toutes leurs convictions semblaient devoir séparer, sont la meilleure preuve de la haute valeur morale de Georges Humbert.

Cette valeur morale, ses belles qualités intellectuelles lui permirent de remplir brillamment toutes les missions qui lui furent confiées. Il faut rappeler en particulier combien Humbert fut apprécié comme Professeur. Ses leçons, toujours minutieusement préparées, parfaitement adaptées au but de l'enseignement, exactement proportionnées à la force de son auditoire, étaient faites dans une langue élégante, sobre et claire. A l'Ecole Polytechnique, sa réputation comme Professeur n'est pas près d'être oubliée. De tous, Humbert y fut très profondément regretté lorsque, nouvelle preuve de conscience, il crut devoir résigner ses fonctions parce qu'il craignait, à cause de sa santé, ne plus pouvoir les remplir aussi exactement.

Ici, dans cette chaire où j'ai le redoutable honneur de lui succéder, Humbert fut un Professeur particulièrement apprécié dont les leçons étaient impatiemment attendues d'un auditoire toujours fidèle. A mon avis, rien ne montre mieux les rares qualités d'Humbert que ses succès au Collège de France, car la tâche d'un Professeur y est si difficile que, pour ma part, j'ai toujours été tenté de la déclarer impossible. On n'a pas le droit de n'y faire qu'un enseignement classique, fût-il excellent ; il y faut un enseignement toujours en progrès, toujours renouvelé, toujours original ; par le fond, si possible, tout au moins

quant au groupement des matières et à la compréhension du sujet.

Je sais ce que mon programme a d'un peu outré et je comprends la raillerie d'un de mes Collègues me disant : « Supposez que chacun de nous s'asseye à sa table de travail en déclarant : je vais être original ! Cela ferait du joli ! » Pourtant, nous ne pouvons nous contenter de doubler l'enseignement de la Sorbonne ; il nous faut, chaque année, faire des leçons sur un sujet élevé, — car l'enseignement universitaire des mathématiques est fort bien fait et va loin, de plus nos auditeurs ont terminé le cycle ordinaire des études et sont même parfois de jeunes savants déjà connus, — sous une forme nouvelle — puisque nos élèves sont capables de lire eux-mêmes, livres et mémoires — sur des sujets sans cesse variés — l'auditoire est, en effet, peu nombreux et se renouvelle lentement. Il faudrait donc dominer constamment des sujets nouveaux, sans jamais avoir eu le temps de les approfondir.

Comment Humbert a-t-il réussi à se rapprocher assez de cet idéal pour contenter toujours ses auditeurs? La règle de conduite qu'il a adoptée est à la fois habile et modeste ; elle a été, de plus, fort utile aux progrès des études mathématiques en France. Au lieu de compter, comme il en aurait eu le droit, sur l'originalité de son esprit et la rapidité de sa compréhension, il a préféré s'appuyer sur la solidité et la précision de ses connaissances pour tout ce qui touche au domaine algébrique. Dans ce domaine, il a su trouver des sujets de cours précis et variés et cela d'autant plus facilement qu'il a continué à travailler exclusivement dans ce domaine et qu'il était constamment au courant de tout ce qui se publiait le concernant. En faisant ce choïx, Humbert ne risquait guère de voir son enseignement faire double emploi avec quelque autre ; les sujets étudiés par Humbert sont, en effet, presque tous en marge des questions soulevées par les principaux courants de la pensée mathématique pendant les trente dernières années.

A cet égard, comparé aux autres mathématiciens et surtout aux autres mathématiciens français, Humbert faisait un peu figure de disciple attardé d'Hermite ; et c'est précisément pourquoi son enseignement au Collège de France a été si profitable. Tandis que des succès récents entraînaient les jeunes mathématiciens vers d'autres problèmes, Humbert était là pour rappeler certains ordres de questions dont, sans lui, personne n'aurait plus parlé en France. Peu à peu, il a formé des élèves et plus de dix thèses soutenues à la Sorbonne se réclament expressément de lui. Bien des savants étrangers étaient venus l'entendre au Collège; par son enseignement et par ses publications, il eut aussi une grande influence sur le renouveau des études algébriques dans d'autres pays. Voici ce que l'un des chefs les plus incontestés de l'école des Géomètres algébristes italiens, M. Castelnuovo, ajoutait, au début de 1921, en note d'un mémoire sur les fonctions abéliennes singulières : « Je reçois notification de la mort de Georges Humbert, j'envoie un salut révérent à la mémoire de ce savant dont les belles recherches sur les fonctions abéliennes ont inspiré, dans ces dix dernières années, tant de travaux de l'école italienne. »

Lorsque, en 1912, Humbert devint titulaire de la chaire de mathématiques, la preuve était déjà faite qu'il y rendrait les plus grands services car, depuis 1904, il suppléait au Collège son maître, M. Camille Jordan.

Puisque ma tâche consiste, aujourd'hui, à parler de la chaire de mathématiques du Collège de France et de ceux qui l'ont occupée le plus brillamment, j'ai la joie de pouvoir rendre hommage à l'illustre doyen des mathématiciens français, à M. Camille Jordan (1).

L'ardeur de M. Jordan pour les mathématiques ne s'est jamais démentie. En 1920 encore, il a tenu à contribuer au congrès international des mathématiciens, qui s'est tenu à Strasbourg, non seulement par sa présence, mais en y exposant un mémoire original. Aussi son œuvre est-elle des plus considérables. Sans avoir la prétention, qui serait ridicule, de l'analyser ici je vais essayer d'en montrer un caractère qui me permet peut-être de me déclarer le disciple de M. Jordan.

Galois avait rattaché la résolution algébrique d'une équation à l'étude d'un groupe de substitutions ; il avait réussi à former le groupe des équations résolubles de degré premier. M. Jordan, qui a tant contribué à faire enfin comprendre les travaux de Galois, a traité le même problème dans le cas infiniment plus difficile des équations de degré quelconque. Il nous a, par cela même, appris à reconnaître si une équation est ou non résoluble; il a montré que si la résolution d'une équation peut être simplifiée par la résolution antérieure d'une autre équation, les racines de celle-ci sont des fonctions ration-

(1) Peu de temps après que ces lignes ont été écrites, les Mathématiciens français eurent la douleur de perdre leur maître à tous, M. JORDAN, décédé subitement à Paris, le 21 janvier 1922. JORDAN (Marie, Ennemond, Camille,) était né à Lyon, le 5 janvier 1838.

nelles des racines de la première. Et encore que toutes les méthodes de résolution conduisent aux mêmes calculs, aboutissent aux mêmes difficultés.

Voici toute une série de problèmes dont la liaison avec certains de ceux étudiés par Humbert n'est pas trop lointaine ; quelle différence cependant entre les méthodes de ces deux éminents mathématiciens. Humbert utilise partout et toujours la fonction analytique, algébrique même, qu'il réussit ingénieusement à faire intervenir dans bien des questions, même dans des questions arithmétiques ; à cet égard, il s'apparente à Poincaré. M. Jordan, suivant la voie ouverte par Galois, traite de questions, relatives par leur énoncé même au calcul algébrique, sans le secours de l'appareil analytique, à l'aide de raisonnements presque synthétiques. Dans ces raisonnements on procède toujours, si l'on veut dire, à une analyse, mais l'instrument qu'on y emploie est sans cesse variable, on le construit, on le modifie à chaque instant et c'est en ce sens que les raisonnements sont synthétiques.

Ce caractère synthétique n'a, après tout, rien qui puisse surprendre car les questions étudiées sont étroitement liées à l'arithmétique, dans laquelle, comme en géométrie pure, les raisonnements ont toujours été plus synthétiques qu'analytiques. Mais ce que je veux faire remarquer, c'est que M. Jordan continue à utiliser les raisonnements synthétiques hors de leurs domaines traditionnels ; par exemple, pour des problèmes appartenant à ce que nous appelons l'analyse : intégration et dérivation, d'où des études sur les ensembles ; définition des aires des domaines plans et des longueurs des arcs de courbe d'où la notion de fonction à variation bornée ; par exemple encore, pour des études d'Analysis Situs : recherches sur la déformation des surfaces de Riemann, sur les polyèdres, sur les courbes planes fermées sans point multiple.

M. Jordan s'est plu à rappeler une phrase dans laquelle Poinsot parlait d' « une algèbre supérieure qui repose toute entière sur la théorie de l'ordre et des combinaisons », dans laquelle les nombres et les systèmes de nombres n'interviennent pas par leur grandeur mais par leurs positions relatives, de sorte que cette algèbre est un peu de la géométrie de situation. M. Jordan a déclaré avoir constamment consacré ses efforts à cette branche de la science signalée par Poinsot, « si négligée et si importante », dit-il. En fait, en ne s'astreignant pas, comme on le fait communément de façon plus ou moins consciente, à n'utiliser que l'outil analytique, il a pu aborder ou étudier bien des questions restées jusque-là presque inaperçues?

C'est dans l'une des voies ouvertes par M. Jordan qu'ont marché depuis trente ans ceux qui essayent d'utiliser la notion de fonction non analytique. Sans le précédent de M. Jordan, de quels crimes ne les aurait-on pas accusés? L'orage est maintenant presque apaisé, car les nouvelles recherches ont prouvé leur utilité pour l'étude des fonctions analytiques elles-mêmes ; mais, au commencement, comme il se trouve toujours quelqu'un pour essayer de transformer un beau résultat des Anciens en obstacle à jeter au travers de la route par laquelle des Modernes prétendent arriver à de nouvelles conquêtes, on nous a accusé de mépris pour les fonctions analytiques, d'amour morbide des singularités qui, disait-on, sont anormales puisque tout est analytique, et de bien d'autres choses encore. Mais nos travaux sont en continuité avec ceux de M. Jordan ; comment persévérer dans ces reproches et les adresser à M. Jordan, lui-même, alors qu'il venait d'édifier à la gloire des fonctions analytiques le splendide monument qu'est son cours de l'Ecole Polytechnique, ouvrage dans lequel les mathématiciens du monde entier de ma génération ont appris l'Analyse et qui, malgré d'excellents ouvrages plus récents, reste unique à bien des égards?

Les excursions faites par M. Jordan hors des domaines de recherches traditionnels avaient d'ailleurs fait réfléchir bien des mathématiciens; ceux-ci ont donné à la jeune école des encouragements précieux qui ont largement compensé les quelques reproches qu'elle a dû subir. Reproches bien injustes d'ailleurs, car, loin de mépriser le calcul, nous sommes persuadés que nos procédés synthétiques actuels céderont quelque jour la place à des procédés meilleurs, parce que plus analytiques ; nous ne prétendons qu'à être les précurseurs et les annonciateurs, peut-être d'un Viète ou d'un Newton qui introduira un symbolisme nouveau ou des notions nouvelles, peut-être d'un Descartes ou d'un Cauchy qui utilisera un symbolisme déjà connu et qui l'élargira pour des fins nouvelles, et nous soupirons après le nouvel algorithme qui, entre les mains d'hommes habiles comme l'était Humbert, donnera facilement et élégamment plus que ce que nous n'obtenons que péniblement et lourdement.

C'est en 1883 que M. Camille Jordan succéda à Liouville. Un de nos appariteurs se rappelle encore Liouville dans les dernières années de son professorat, vieillard qu'il fallait guider et

qui, miracle renouvelé à chaque leçon, retrouvait toute sa vivacité de pensée et des allures de jeunesse dès qu'il était au tableau. Liouville a contribué aux progrès des mathématiques par son enseignement, par ses si nombreux écrits dont certains sont encore classiques — études sur les propriétés générales de fonctions analytiques et leur application aux fonctions elliptiques, exemples de nombres transcendants, résultats relatifs à la détermination d'une solution d'une équation du second ordre par les valeurs qu'elle doit prendre en deux points, recherches sur les équations canoniques et les géodésiques, etc. — mais encore plus, malgré tout, par la création de ce magnifique journal de mathématiques pures et appliquées dont M. Jordan était encore le Directeur au 31 décembre dernier.

Par Liouville et par M. Jordan, le journal de mathématiques appartient quelque peu à l'histoire du Collège de France.

En 1850, il s'en fallut de peu que Cauchy ne fût nommé, et non Liouville ; deux réunions, trois votes furent nécessaires pour assurer le succès de Liouville. Quelle que soit la supériorité du génie de Cauchy, nous ne pouvons que nous féliciter de trouver le très grand nom de Liouville sur nos listes ; mais on doit regretter que, sept ans plus tôt, en 1843, ayant à choisir entre Cauchy, Libri et Liouville, l'Assemblée des Professeurs ait opté pour Libri. Libri, plus historien que mathématicien, n'enseigna que jusqu'en 1846; il se fit alors suppléer par Amiot. En 1848 il s'enfuit en Angleterre ; le cours fut assuré par Hermite. Soyons reconnaissants à Libri de nous avoir permis d'inscrire le glorieux nom d'Hermite parmi ceux des Professeurs de la Maison et oublions le procédé que Libri y employa. Quant au nom de Cauchy, le Collège peut le revendiquer cependant, un peu humblement peut-être, comme celui d'un des suppléants de Biot dans la chaire de physique générale.

Si Libri fut choisi en 1843, c'est sans doute parce qu'il assurait l'enseignement depuis six ans comme suppléant de Lacroix. Après avoir été suppléant lui-même à partir de 1812, Lacroix fut titulaire de 1815 à 1843; en 1828 il se fit suppléer par Francœur. Géomètre des plus éminents, Lacroix s'impose cependant surtout à notre attention par son talent de Professeur; ses livres d'enseignement, si intéressants pour nous parce qu'ils nous présentent le tableau des mathématiques et en particulier de l'analyse avant l'influence de Cauchy, ont eu à leur époque une importance comparable à celle du cours d'analyse de M. Jordan. Ce professeur si distingué nous a fait connaître ses idées sur l'enseignement, en particulier sur l'enseignement des mathématiques, dans un petit livre, chef-d'œuvre de bon sens et de conscience professionnelle, que l'on aura toujours profit à relire, même par ces temps de réformes universitaires.

Lacroix avait succédé à Mauduit, celui de tous les titulaires de la chaire qui l'occupa le plus longtemps. Suppléant en 1770, survivancier comme l'on disait alors, Mauduit fut titulaire de 1771 à 1815; à partir de 1808, il se fit suppléer successivement par Budan, par Poisson et par Lacroix. Avant d'être Lecteur royal, Mauduit appartenait déjà au Collège; depuis 1768, en effet, il occupait la chaire fondée en 1572 par Ramus, le premier des donateurs du Collège ; leur ancêtre, pourrait-on dire, car, sur les tables de marbre où nous inscrivons les noms des donateurs successifs, immédiatement après Ramus, 1572, on lit Dr Saintour, 1884.

Jusqu'en 1792, Mauduit assura brillamment la double fonction qui lui était confiée ; la chaire de Ramus disparut alors. Les successeurs de Mauduit peuvent peut-être se réclamer de ses prédécesseurs dans les deux chaires. La liste de ces prédécesseurs est facile à établir grâce au travail historique d'un ancien secrétaire du Collège, Sedillot, sur les Professeurs de Mathématiques et de Physique au Collège de France.

La chaire royale et la chaire de Ramus permettent toutes deux de remonter jusqu'au même Maurice de Bressieu qui fut, en 1576, le premier des titulaires de la chaire de Ramus et qui, à partir de 1581, prit en même temps le titre de Lecteur royal. Mais on ne sait ni à qui de Bressieu succéda comme Lecteur, ni s'il succéda à quelqu'un. De nouvelles recherches historiques pourraient être entreprises sur ce point, car un problème se pose : Trois chaires de mathématiques furent successivement créées : en 1530, dans les tout premiers mois de l'existence du Collège, en 1540 et en 1573. On possède la liste complète des titulaires dans cette troisième chaire depuis le premier, de Monantheuil, jusqu'à M. Hadamard. Pour les deux premières, on a la liste des titulaires jusqu'en 1574. Les deux chaires deviennent alors vacantes et restent inoccupées; mais, deux et trois ans après, en 1576 et 1577, deux Lecteurs royaux en mathématiques sont nommés. L'un et l'autre meurent au bout de peu de temps, en 1579 et en 1580. Un an après, en 1581, de Bressieu a le titre de Lecteur royal. Il me paraît probable que de Bressieu prit l'une des deux chaires alors vacantes; il est donc fort possible que la chaire actuelle remonte au delà de 1581

et soit l'une des deux premières créées en 1530 et 1540.

J'ai d'ailleurs l'intention de me placer sous le patronage de tous ceux qui ont enseigné les mathématiques dans cette Maison, quel qu'ait été le titre de leur chaire, et, parmi tous ces savants, je choisis comme parrains deux de mes compatriotes de l'Oise : Roberval et Ramus.

Gilles Personne, du village de Roberval, près Senlis, fut attaché au Collège de France au double titre de Lecteur dans la chaire de Ramus, qu'il occupa depuis 1634 jusqu'à sa mort en 1675 et, à partir de 1649, de Lecteur royal; d'abord comme survivancier de Gassendi, puis comme son successeur de 1655 à 1675. Roberval a occupé, immédiatement après Descartes, un rang fort honorable parmi les géomètres de son temps, les Fermat, Pascal, Desargues, La Hire, Toricelli, Guldin, Cavalieri. Il compte parmi les précurseurs du calcul différentiel et du calcul intégral; pour le calcul différentiel, parce qu'il avait cette méthode si personnelle pour la recherche des tangentes qui est encore connue sous le nom de méthode de Roberval; pour le calcul intégral, parce que, comme Pascal, il avait trouvé de son côté, sans la publier, la méthode des indivisibles qui devait rendre célèbre le nom de Cavalieri.

Le grand mérite de Roberval n'a pas toujours été reconnu. Pendant longtemps, on s'était habitué à déclarer Roberval vaniteux et envieux, et ce jugement moral, prononcé à la légère, dispensait, semble-t-il, d'examiner son œuvre. Depuis que la géométrie, un moment délaissée pour l'Analyse, est redevenue en honneur, on a reconnu en Roberval un géomètre de génie; Chasles, en particulier, a dit toute l'originalité, la généralité, l'importance de sa méthode des tangentes. Après avoir rendu justice au géomètre, il conviendrait d'être moins sévère pour l'homme.

On a déclaré Roberval vaniteux parce qu'il ne publiait pas ses découvertes, afin, disait-on, de s'assurer une supériorité flatteuse sur ses rivaux. Ce reproche est à la fois fondé et injuste. Il semble bien qu'aucun historien n'ait connu, ou n'ait suffisamment envisagé, les conditions toutes spéciales faites au Lecteur de Ramus. Aux termes du testament du donateur, la chaire devait être remise au concours tous les trois ans; les candidats devaient faire « une belle harangue », des leçons, ils devaient répondre aux questions orales posées par un Jury dont Ramus avait fixé la composition et qui n'était nullement compétent. Roberval devait donc être constamment prêt à subir un concours; non pas un concours sur titres, mais un de ces concours oratoires où il s'agit de séduire plutôt que de convaincre et en vue duquel tout homme, qui s'est sottement habitué à ne parler que pour dire quelque chose, conservera soigneusement un travail important tout prêt.

En fait, Roberval a déclaré lui-même qu'en prévision de ce concours, « il tenait en réserve quantité de belles choses qu'il avait découvertes ». Ceci suffit à expliquer pourquoi Roberval n'a presque rien publié de son vivant et pourquoi, cependant, il avait entièrement rédigé huit mémoires importants qui furent imprimés après sa mort.

Néanmoins, Roberval a été trop prudent; malgré les prescriptions formelles du testament de Ramus, la chaire n'a été remise au concours qu'une seule fois pendant les quarante ans que Roberval l'a occupée. Encore cette fois-là Roberval n'eut-il aucun concurrent sérieux.

A l'occasion de ce premier reproche, il faut ajouter que ni Fermat, ni Descartes, ni même Pascal ne dévoilèrent entièrement leurs méthodes; en gardant un peu trop jalousement ses découvertes, Roberval était bien de son temps.

On a déclaré Roberval envieux, à cause des mauvais arguments qu'il a opposés à la géniale géométrie de Descartes. Les admirateurs de celui-ci en ont conclu, assez naturellement, que Roberval était un piètre géomètre et un homme de mauvaise foi, oubliant ainsi qu'ils n'avaient pas le droit de juger l'un des incidents de la longue querelle entre Roberval et Descartes, si déplorable qu'il soit, en l'isolant de tout ce qui pouvait, dans une certaine mesure, l'expliquer et l'excuser. Il conviendrait, en particulier, de ne pas oublier que Descartes eut les premiers torts; que, très injustement, il traita avec dédain les résultats de Roberval quand celui-ci eut réussi à quarrer les divers cycloïdes. Certes, Roberval n'aurait pas dû se laisser aveugler par son ressentiment, mais, par la suite, il fit en quelque sorte amende honorable en utilisant lui-même, et fort heureusement, la nouvelle géométrie qu'il avait d'abord critiquée. Descartes, au contraire, n'était pas capable de ces retours ; jamais, par exemple, il ne reconnut que Roberval l'avait surpassé dans la recherche des centres d'oscillation; jamais il n'admit entièrement que la méthode de Fermat pour la détermination des tangentes fut aussi bonne que la sienne. Roberval, que l'on dit si envieux, a une tout autre attitude; au lieu de prôner sa méthode, il prend auprès de Descartes la défense de celle de Fer-

mat. Et lorsqu'il veut vanter sa méthode personnelle, voici ce qu'il écrit à Fermat : « Elle n'est pas inventée avec une si subtile et si profonde géométrie que la vôtre ou celle de M. Descartes, et partant elle paraît avec moins d'artifice: en récompense, elle me semble plus simple, plus naturelle et plus courte; de sorte que, pour toutes les touchantes dont j'ai parlé, il ne m'a pas même été besoin de mettre la main à la plume. » S'il est justement fier de ce qu'il a fait, Roberval n'en reconnaît pas moins nettement la supériorité des méthodes de ses rivaux. Chasles pourra dire que le jugement si modéré de Roberval lui paraît devoir être entièrement confirmé.

Il ne faut pas accepter sans contrôle tout ce qui a été écrit sur Roberval. Ainsi, de l'éloge de Roberval par Condorcet, éloge qui n'est qu'une longue critique, je retiendrai seulement la conclusion : Roberval a été toute sa vie l'ami d'hommes intègres comme le père de Pascal, c'est donc qu'il avait des vertus. Je pense que si l'on examinait les nombreux documents que nous possédons sur Roberval, on arriverait à le peindre sous des couleurs plus sympathiques et plus vraies. Peut-être prouverait-on qu'il était un homme de cœur, prenant parti contre toute injustice, injustice envers les autres aussi bien qu'envers lui-même, mais que, dans le feu de l'action, il se laissait entraîner par la passion et dépassait le but. Ce genre de caractère n'est pas rare dans l'Oise, ce fut celui de Ramus, comme celui du médecin Guy Patin, autre Lecteur royal originaire de l'Oise.

Dans l'œuvre mathématique de Roberval, il est une partie qu'on oublie volontiers : la mécanique. Condorcet déclare même expressément que Roberval n'avait pas les qualités voulues pour s'occuper de mécanique, et cela bien que Condorcet soit obligé d'admettre que Roberval a été plus loin que Descartes dans l'étude des centres d'oscillation ; que, bien avant Newton, il a émis l'hypothèse que deux molécules quelconques s'attirent. Les seuls écrits que Roberval ait publiés de son vivant sont cependant trois mémoires de mécanique. L'un d'eux est la description de sa célèbre balance qui aurait dû suffire à montrer que Roberval avait un sens de la statique bien rare alors. Mais il faut aller plus loin ; mon collègue et ami, M. Pierre Boutroux, a montré ici même, dans son cours de l'an passé, que, dans ses écrits, Roberval, « en réaction contre Descartes, chercha à construire une mécanique limitée mais dont les fondements fussent assurés et conformes à l'expérience. C'est Roberval, en particulier, qui précisa le premier la notion de force. »

C'est d'ailleurs surtout en mécanicien que Roberval s'occupa de géométrie. Pour faire, comme tout le monde, allusion à la relativité, je voudrais montrer en Roberval l'un des bons ouvriers de la première heure. Sa méthode des tangentes qui est le fondement et le plus bel ornement de la géométrie cinématique a, en effet, montré l'intérêt de la notion de relativité du mouvement.

Cette notion est très ancienne ; Archimède décrivait sa spirale à l'aide de la composition de deux mouvements. Plus anciennement encore, on connaissait les notions de mouvement et de repos relatifs : les premiers hommes n'ont-ils pas inventé les moyens de transport, radeau, traîneau ou litière, pour qu'on puisse aller d'un endroit à un autre en restant immobile ? Mais ces notions banales ont montré leur intérêt seulement lorsque l'on eut abandonné le point de vue dynamique. Il est nécessaire d'insister quelque peu sur ce point.

Du point de vue dynamique, seuls certains des déplacements sont de véritables mouvements : Des hommes transportent une poutre, la considération de son déplacement s'impose car il est obtenu au prix des efforts des porteurs; un insecte marche sur la poutre, son déplacement est un mouvement, car il est payé par les efforts de l'insecte ; mais le déplacement de l'insecte par rapport au sol n'est qu'une conception abstraite et non un vrai mouvement.

Après avoir montré que les mouvements des astres se décrivent aussi bien en déclarant le soleil fixe ou en le déclarant mobile, Copernic et Galilée recherchent lequel des deux déplacements inverses considérés est un vrai mouvement, lequel est une apparence de mouvement. Certains de leurs arguments, que l'on retrouve à peine déformés dans nos cosmographies, ont un caractère anthropomorphique qui montre nettement le point de vue dynamique auquel ils se plaçaient : comment imaginer que le Créateur ait choisi de faire mouvoir les masses énormes qui composent l'Univers, et avec des vitesses inconcevables, alors qu'il lui suffisait de faire mouvoir la terre. Copernic et Galilée pensent visiblement à l'effort à faire pour mouvoir l'Univers, on les croirait attelés au manège chargé de le faire tourner. Il y a loin de là à la conception actuelle de la relativité en cinématique, qui est exposée dans tous nos traités élémentaires de mécanique et que Poincaré a fait connaître à tous.

Si Poincaré avait été contraint de se rétracter, il l'aurait fait de fort bonne grâce ; tout au plus aurait-il demandé, en se relevant, pourquoi l'on avait tant tenu à cette cérémonie dont il ne voyait pas l'intérêt : n'avait-il pas, en déclarant le soleil fixe, dit la même chose que ceux qui le déclaraient mobile ? Au contraire, pour Galilée la rétractation est d'importance ; et pourtant elle tourne, proteste-t-il. Ni Copernic, ni Galilée, ni Newton ne sont des relativistes ; ils ont trop facilement la notion de mouvements absolus, de vrais mouvements.

Le rôle de Roberval, rôle modeste si l'on veut, a été de nous familiariser avec la relativité cinématique, c'est-à-dire avec cette remarque : les mouvements peuvent être décrits à partir de n'importe quel système de référence. On peut penser que cette remarque était banale, observer que Copernic et Galilée en avaient fait une application ; mais, en réalité, cette observation n'était ni employée, ni formulée, parce que, pour tous les mouvements réels sauf le mouvement des astres, le système de référence s'imposait, certains déplacements seuls étant de vrais mouvements. Or, Roberval n'étudie pas des mouvements réels, il s'occupe de mouvements supposés, de purs mouvements géométriques. Dès lors, plus de point de vue dynamique, plus de recherche de la cause ; le mouvement n'est pas plus vrai par rapport à un système d'axes que par rapport à un autre, la relativité du mouvement saute aux yeux. En engendrant toutes les courbes par des mouvements supposés, en considérant un même mouvement comme simple à certains endroits de son raisonnement, à d'autres comme le résultat de la composition de plusieurs mouvements, en le considérant même comme composé de plusieurs manières, Roberval montrait l'importance et la fécondité (toute géométrique à ce moment) de la notion de mouvement relatif. Maintenant encore, quand nous voulons familiariser nos élèves avec cette notion, ce sont des exercices empruntés à la méthode de Roberval que nous leur faisons traiter.

Qu'on ne dise pas, d'ailleurs, que la relativité cinématique dont Roberval fut, inconsciemment, le premier et le meilleur artisan était après tout chose bien immédiate. Du temps où j'étais écolier, dans un de nos livres de classe se trouvait encore une application erronée de la méthode de Roberval à la détermination de la tangente à l'ellipse. Le fait qu'on s'est ainsi trompé pendant deux siècles dans pas mal d'applications de la méthode de Roberval, alors que Roberval avait traité correctement ces mêmes applications, montre que son œuvre demandait un esprit critique de tout premier ordre. Au reste, quand Poincaré, pour préparer ses profondes réflexions personnelles, énonçait les truismes de la relativité cinématique, combien crurent qu'il était le premier à s'exprimer ainsi ; rappelez-vous l'émotion, la joie, les espérances : Poincaré a dit que la terre ne tournait peut-être pas !

Roberval est encore célèbre à un titre autre que ceux dont j'ai parlé : à qui lui demandait son opinion sur une tragédie qu'il venait d'entendre, Roberval aurait répondu : « Qu'est-ce que cela prouve ? » Cette phrase, qui n'a peut-être jamais été dite, a été souvent redite ; elle montre, paraît-il, que les sciences dessèchent le cœur. Et Roberval partage ainsi la gloire d'avoir fait souvent déraisonner sur les sciences, avec son contemporain Pascal, dont la distinction entre l'esprit de finesse et l'esprit géométrique sera toujours considérée comme un éloge personnel par ceux qui, croyant qu'une ignorance peut-être la marque d'une supériorité, osent s'enorgueillir de ne rien savoir en mathématiques.

J'ignore si Roberval avait le cœur desséché ; mais, si cela était, pourquoi ce fâcheux dessèchement serait-il dû aux mathématiques plutôt qu'aux lettres grecques et latines ? Car Roberval connaissait bien le grec et le latin, c'était même l'une des conditions imposées au lecteur de Ramus.

Pierre la Ramée, dit Ramus, né en 1515 à Cuts, près Noyon, Lecteur royal de 1551 à 1572, ne fut pas un grand mathématicien, ce fut un grand homme; grand par son travail et par ses connaissances, grand par ses talents et par son caractère. Son ardeur pour l'étude se manifesta de bonne heure; sur les conseils de son maître d'école, il vint, tout enfant, étudier à Paris. Deux fois la misère l'en chassa; enfin, grâce à l'aide d'un oncle aussi pauvre que lui, il put commencer sérieusement ses études; bientôt, pour les poursuivre, il dut devenir domestique d'un étudiant riche.

A vingt et un ans, il soutint pour l'examen de maître ès-arts cette thèse : Que tout ce qu'avait dit Aristote n'était que fausseté. Il le fit avec tant d'adresse et de subtilité, il trouva des arguments si heureux en faveur de sa thèse, scandaleuse et en quelque sorte hérétique, qu'il remporta un grand succès malgré les efforts de toute la Faculté.

Ce premier acte public de Ramus est l'image de toute sa vie. Il est insensible aux conventions, à l'autorité; elles ne l'empêcheront jamais de raisonner, de voir juste, de se laisser guider par le bon sens. Ramus s'aperçoit que ses longues études scolastiques ne l'ont rendu « ni plus savant dans l'histoire et la connaissance de l'antiquité, ni plus habile dans l'art de la parole, ni plus apte à la poésie, ni plus sage en quoi que ce fut ». Or, il n'est pas partisan des études désintéressées : « les nautonniers, les peintres, les architectes et brief tous les artisans de ce monde n'apprennent point leur métier pour disputer et babiller des préceptes de leur art »; écrira-t-il plus tard dans ses *Advertissements,* où il ira jusqu'à demander que les futurs médecins fassent des observations et des expériences!... Ramus va donc s'élever contre la scolastique. La bataille sera rude, il vaudrait mieux procéder lentement et habilement; non pas, Ramus attaquera hardiment, franchement, sans ménagements. Ses adversaires sont de parti pris, de mauvaise foi ; il n'en mettra lui-même que plus de passion, tellement que, du premier coup, il exagérera : Tout ce qu'a dit Aristote n'est que fausseté.

Orateur puissant, écrivain de talent, Ramus ne fut cependant pas artiste. Aussi, dans ses études des Anciens, c'est la pensée qui l'intéresse surtout; c'est pour comprendre les Anciens qu'il s'initie aux sciences et en particulier aux mathématiques.

Ramus ne semble pas avoir été très doué pour les mathématiques car il eut à les étudier plusieurs fois; il a raconté lui-même tous les efforts qu'il dut faire pour comprendre Euclide. Il faut pourtant tenir compte de l'extraordinaire difficulté des études mathématiques à cette époque; on ne possédait que quelques textes grecs, souvent erronés, incomplets, ne se suivant pas les uns les autres, et il n'y avait guère de maîtres. Ramus eut pour premier maître Oronce Finé, celui dont l'influence auprès de François Ier réussit à faire créer la première chaire de mathématiques du Collège. Le premier des Lecteurs royaux en mathématiques ne dut pas briller par la sûreté de sa logique, car, parmi ses travaux, on trouve des solutions des problèmes de la quadrature du cercle, de la trisection de l'angle, etc. Mais si Finé fut mathématicien moins que médiocre, s'il ne saurait être comparé à son contemporain Fernel, mon compatriote de l'Oise, il fut mécanicien habile, cartographe de talent et surtout professeur enthousiaste. Il eut une réelle influence sur le progrès des études mathématiques par ses leçons et par un livre d'arithmétique qui eut un grand succès.

Ce fut aussi comme professeur que Ramus rendit les services les plus signalés aux mathématiques. Son enseignement dans la chaire de philosophie grecque et latine porta sur les sujets les plus variés; à partir de 1559, il traita des mathématiques. Ses cours, très suivis, décidèrent de bien des vocations et, pendant cinquante années, tous les mathématiciens français seront d'anciens élèves de Ramus. De plus, Ramus dota l'enseignement des livres qui manquaient. Aidé de ses élèves, il fit, d'après les vieux textes grecs, des ouvrages d'enseignement qui furent utilisés pendant plus de soixante ans et dont les éditions et les traductions sont nombreuses. Ses études de la logique lui permirent de faire faire à l'exposition des mathématiques des progrès incontestables, encore qu'il se soit parfois écarté d'Euclide plus qu'il n'était indispensable. Il fut déclaré par certains : « hérétique en Euclide comme en Aristote. »

Son zèle pour les mathématiques devait lui être funeste. A la mort de Pasqual Duhamel, ce ne fut pas le meilleur candidat qu'on choisit, mais un sicilien, Dampestre Cosel, mathématicien médiocre et professeur presque impossible, car il ne s'exprimait facilement ni en latin, ni en français. Ramus protesta ; naturellement il alla trop loin : il rendit la vie impossible à Dampestre. Celui-ci s'entendit avec Charpentier qui, bien en cour, se fit nommer. Charpentier avouait crûment ne pas savoir de mathématiques, desquelles il disait cependant qu'elles étaient un jeu d'enfants et que, comparées à la métaphysique, elles lui semblaient une fange où seule un porc pouvait se complaire. On comprend que je ne me sois pas réclamé de Charpentier; s'il a occupé une chaire de mathématiques, il n'en enseigna d'ailleurs jamais; on comprendra aussi que je veuille oublier que Charpentier est né, comme Fernel, à Clermont, dans l'Oise.

Malgré tous les efforts de Ramus, Charpentier fut maintenu dans la chaire de mathématiques. En Charpentier, il y eut dès lors au Collège royal un ennemi personnel de Ramus, un défenseur zélé d'Aristote, un ligueur fougueux dont les attaques, par la parole, par pamphlets, devant les tribunaux, à main armée, furent couronnés par l'assassinat de Ramus, le troisième jour de la Saint-Barthélemy. La haine de Charpentier poursuivit encore Ramus après sa mort et ce ne fut qu'en 1576, après que Charpentier fut mort à son tour, que la dotation de Ramus

put avoir un effet conforme aux vœux du donateur.

Quand on songe que la connaissance du grec était indispensable à cette époque pour l'étude des mathématiques, on n'est pas étonné que Ramus l'ait exigé des Lecteurs dans la chaire qu'il fondait. J'ai peut-être eu tort de compter ces Lecteurs au nombre de mes prédécesseurs, car je dois avouer que je n'aurais pu prétendre à la chaire de Ramus; je ne sais ni le grec, ni le latin. Pour me choisir comme professeur au Collège de France, ni l'Assemblée du Collège, ni l'Académie des Sciences, ni M. le Ministre de l'Instruction publique ne m'ont demandé d'énumérer mes nombreuses ignorances ; tous se sont contentés de se renseigner sur mes connaissances en mathématiques. Puisque cela leur a suffi pour estimer que je pouvais être utile, qu'on me permette de plaider, non pour eux mais pour le bien public, la cause de ceux qui n'ont pas eu le bonheur de recevoir l'enseignement classique dans leur enfance, et à qui certains des projets de réforme dont on parle actuellement interdiraient dorénavant toute une série de carrières et en particulier l'enseignement.

Je reconnais bien sincèrement que ce manque de culture classique est une tare, grave, très grave; mais, hier, on admettait que les tarés pouvaient cependant faire parfois de bonne besogne; va-t-on, demain, dire qu'on s'était trompé et déclarer, au moment où le recrutement des travailleurs intellectuels est particulièrement difficile, qu'on peut maintenant se passer de ces tarés? Et notez que nous sommes beaucoup; je ne veux pas opposer de statistique aux statistiques trompeuses qui ont été publiées; je n'ai pas été chercher de renseignements, voici ce que j'ai vu : l'an passé, à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, sur neuf professeurs titulaires de mathématiques, nous étions quatre anciens élèves de l'enseignement spécial. A l'Ecole Normale, dans ma promotion, sur les quatorze scientifiques, quatre n'avaient pas fait d'études classiques; deux d'entre eux sont entrés dans l'enseignement secondaire, ils ont été appelés rapidement à enseigner dans les Lycées de Paris ; les deux autres sont entrés dans l'enseignement supérieur, ils sont maintenant tous deux professeurs au Collège de France.

Ce n'est pas le lieu ni d'examiner si l'honnête homme du vingtième siècle peut être formé par la seule culture littéraire et si le manque de culture scientifique n'est pas, lui aussi, une tare, grave, très grave ; ni d'expliquer ce qu'il y a d'extraordinaire à entendre déclarer que les études scientifiques ne peuvent servir à la culture générale juste au moment où adversaires et partisans de la relativité sont obligés de réviser les notions de temps et d'espace sur lesquelles plus de vingt siècles de philosophie littéraire ne nous avaient apporté que des phrases harmonieuses. Ce serait mal user du poste que j'occupe et auquel, après tout, je n'aurais peut-être pas été appelé si l'on s'était mieux renseigné sur mon compte; mais j'ai le droit de dire, car j'en ai le devoir, qu'il serait néfaste, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue social, que, désormais, seuls puissent accéder aux carrières intellectuelles ceux qui y auraient été prédestinés par l'enseignement du jeune âge.

En dépit de toutes les difficultés, grâce à sa prodigieuse énergie, Ramus avait reçu la culture ordinaire à l'âge normal; il aurait eu, plus que personne, le droit de déclarer cette culture indispensable et de mépriser ceux qui n'avaient pas su l'acquérir. Bien au contraire, pour ceux-ci, Ramus se proposait de réaliser le vœu que formait Joachim du Bellay dans sa *Défense et Illustration de la langue française* : « Doncques si la philosophie semée par Aristote et Platon au fertile champ attique, estait replantée en nostre plaine française, ce ne serait la jeter entre les ronces et épines où elle devint stérile; mais ce serait la faire de lointaine prochaine et d'étrangère citadine de notre république. » Ramus entreprit donc, comme il le dit lui-même, de « déclairer en sa langue et intelligence vulgaire le fruict de son étude », de mettre les arts libéraux « non seulement en latin pour les doctes de toutes nations, mais en français pour la France, où il y a une infinité de bons esprits capables de toutes sciences et disciplines qui, toutefois, en sont privés pour la difficulté des langues. »

Le temps lui a manqué pour réaliser entièrement son projet ; il n'est cependant pas indifférent de savoir qu'au XVI^e^ siècle, les hommes de la Renaissance, ces admirateurs passionnés des Anciens, estimaient qu'on peut être philosophe ou savant sans connaître les langues mortes et qu'ils se mettaient à écrire des livres afin de permettre à ceux qui ne savaient pas étudier les vieux textes, d'être cependant, eux aussi, utiles aux progrès humains.

L'obligation de savoir le grec, imposée par Ramus à ses Lecteurs, ne doit donc pas nous tromper; dans l'épisode actuel de l'éternelle bataille des Anciens et des Modernes, cet homme de progrès, avide de nouveautés, qui se permit de perfectionner Aristote et Euclide, qui ne reconnut aucune autorité hors celle de la raison,

qui voulut modifier l'enseignement traditionnel et qui, déjà en 1562, demanda un enseignement expérimental, aurait, à son ordinaire, dépassé le but, il aurait sacrifié les Anciens.

Messieurs,

Au temps jadis les fées marraines apportaient à leurs filleuls les dons les plus précieux, si, en ce jour de mon baptême comme professeur au Collège de France, j'ai choisi pour parrains un grand Géomètre, à l'esprit ample et fort tout à la fois, et un Professeur incomparable qui savait communiquer à son auditoire son zèle toujours ardent, c'est que j'ai voulu rêver un instant qu'ils allaient me transformer, me donner les qualités indispensables pour remplir dignement la haute mission qui m'a été confiée.

HENRI LEBESGUE,
Professeur au Collège de France.

DÉBAT SUR LA RELATIVITÉ

AVERTISSEMENT. — Dans ce débat sur la relativité, la théorie d'Einstein est défendue par quatre disciples, *Mathémate, Astronomian, Physician et Logomane,* dont les cultures sont différentes ; elle est attaquée par *Quaerens* qui exprime ma propre opinion. Comme la plupart des questions traitées sont déjà fort connues et qu'il importe d'éviter ou tout au moins d'abréger les redites, les interlocuteurs s'exprimeront très brièvement, au moins sur les points déjà traités en détail soit par Einstein, dans sa petite brochure *La théorie de la relativité* (Gauthier-Villars) soit par moi-même dans un écrit encore plus bref *Ether ou relativité* (même éditeur). Je signalerai quand besoin sera les points où sont développées les questions abordées.

1. MATHÉMATE. — Ce qui me frappe le plus, dans cette théorie d'Einstein, c'est la rigueur avec laquelle il suit la ligne mathématique immuable qu'il a adoptée, depuis son postulat initial jusqu'à ses applications imprévues à des phénomènes astronomiques, rotation du périhélie de Mercure, déviation de la lumière par les astres..., etc. Ces phénomènes, que personne avant lui n'avait su interpréter, sont une preuve irréfutable de l'exactitude de sa théorie. Nul ne peut plus hésiter aujourd'hui à abandonner l'antique sens commun de nos pères pour le remplacer par le sens transcendental d'Einstein.

2. QUAERENS. — Les mêmes faits peuvent être interprétés par des théories très différentes. Poincaré en a cité des exemples frappants mais plus frappant encore est l'exemple qu'on obtient en comparant la physique modifiée par les relativistes et la physique corrigée et complétée en ayant égard à l'éther. Rien ne peut être plus différent que la physique relativiste et la physique éthérienne ; elles sont le contrepied l'une de l'autre, et cependant elles condamnent la physique classique sur les mêmes points et concluent aux mêmes redressements (*Ether ou relativité, passim*). Elles emploient d'ailleurs des procédés très différents : la relativité change les bases du sens commun ; au contraire, l'Ethérique se borne à utiliser les nombreux renseignements que les savants (presque à leur insu) possèdent déjà sur l'éther depuis plusieurs années (*Ether ou relativité,* p. 2). Puisque cette Physique amendée, rien qu'en rendant ses théories plus conséquentes avec elles-mêmes, et sans changer notre conception traditionnelle de l'espace et du temps, interprète très simplement tout ce que la relativité explique ou prétend expliquer à force de transcendance, on ne peut pas dire que le sens commun traditionnel est condamné sans appel, et qu'il est indispensable de se faire relativiste pour « sauver les phénomènes ».

3. D'autre part, il est excessif de parler de la ligne immuable suivie par Einstein. La voie où il s'est engagé aboutit à un carrefour où le chemin à choisir n'est indiqué par rien de bien clair. Autrefois, les relativistes disaient simplement qu'Einstein était arrivé de façon satisfaisante à lever les indéterminations rencontrées. Mais aujourd'hui, ces indéterminations sont très souvent passées sous silence par les disciples du Maître, et on risque de les oublier. Elles n'en existent pas moins, et le problème abordé par Einstein n'a pu être précisé qu'à coup d'hypothèses simplificatrices, ainsi que le mentionne impartialement M. Emile Picard, dans sa brochure sur la théorie de la relativité (p. 19). Mais ces indéterminations eussent pu tout aussi bien être levées en sens inverse et conduire à des résultats diamétralement opposés, ainsi que M. Painlevé l'a montré par de très curieux exemples cités à l'Académie des Sciences de Paris (C. R. du 14 novembre 1921).

4. ASTRONOMIAN. — Einstein n'en est pas moins le premier qui ait donné une explication cohérente des champs de gravitation (*Théorie de la relativité,* p. 57 et suiv.).

5. QUAERENS. — L'explicatiōn vous satisferait-elle ? En ce cas, vous êtes plus facile à contenter que l'auteur lui-même, car je crois bien qu'Einstein ne songe pas à appliquer sa comparaison à un cas réel tel que celui du globe terrestre. (1) Il se borne à imaginer un observateur se tenant dans une chambre qu'un crochet fixé au plafond entraîne vers le zénith à une vitesse uniformément accélérée. Evidemment cet observateur constatera les mêmes phénomènes que s'il était à la surface d'un astre chez qui existerait une accélération gravitique égale à l'accélération cinétique communiquée par le crochet. Mais, à supposer que la façon dont les corps graves tombent ici vers le nadir de Paris, tienne à ce qu'un crochet nous tire vers notre zénith, nadir approximatif de Nouméa, comment se fait-il qu'à Nouméa, une pierre livrée à elle-même ne monte pas au zénith du lieu, nadir de Paris, puisque c'est vers le zénith de Paris que nous entraîne le crochet mystérieux. On ne peut pourtant pas postuler que tout point du globe possède son crochet propre, car alors le globe serait soumis à un écartèlement inadmissible. Ces difficultés levées — à supposer que la chose soit possible — il faudrait encore expliquer le phénomène naturel qui fait office du crochet mystérieux, point capital dont Einstein ne dit rien dans son opuscule. Au contraire, la physique éthérienne attribue la gravité à une cause qui ne peut pas ne pas exister, et qui d'ailleurs explique aussi simplement les mouvements newtoniens des astres, les plus vastes et les plus réguliers qui soient, et les mouvements browniens des Colloïdes, les plus petits et les plus incohérents que la Science ait jamais étudiés (*Ether ou relativité,* pp. 23 et 52).

6. LOGOMANE. — J'espère pour la Science qu'Einstein saurait répondre victorieusement à cette critique, car c'est vraiment chose admirable que la façon dont il ramène ainsi la physique à la géométrie ! Il en arrive à établir directement la loi de Newton, mais sans hypothèse spéciale, « tandis que Newton était obligé d'intro-« duire l'hypothèse d'une force d'attraction in-« versement proportionnelle au carré de la dis-« tance des deux points matériels agissant l'un « sur l'autre » (*La théorie de la relativité,* p. 90).

7. QUAERENS. — Comme l'a dit M. Picard, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences de Paris, on peut se demander « si c'est un pro-« grès de chercher à ramener la Physique à la « Géométrie ». C'est en tous cas une « audacieuse tentative » (C. R. du 24 octobre 1921, p. 680). Pour moi, je la crois vouée à l'insuccès. On rencontre dans le monde physique trois espèces distinctes d'entités, les masses, les longueurs et les temps ; la physique amendée éthériquement arrive à tout exprimer en fonction du gramme, du centimètre et de la seconde, même les grandeurs thermiques ou électriques. Ainsi on peut dire : il fait une température sensible de tant de kilogrammes-mètres par atome-gramme ; on peut dire aussi : ce câble électrique débite à l'heure tant de grammes d'éther sous telle pression élastique (*Ether ou relativité,* p. 43). Ceci donne satisfaction à l'un des plus vieux des desiderata formulés par les métaphysiciens. Je crois que si la Science retirait à la masse ses « propriétés physiques » pour les attribuer ensuite à l'espace, elle ne pourrait que retomber dans la confusion des propriétés occultes et des hypothèses à la fois gratuites et invérifiables : ce ne serait pas un prōgrès.

8. PHYSICIAN. — Cependant la théorie d'Einstein a le grand mérite de « sauver les phénomènes » et de faire disparaître les contradictions entre nos anciennes théories et certaines expériences très célèbres telles que celle de Fizeau ou celle de Michelson et Morley.

9. QUAERENS. — Avec la physique éthérienne, ces phénomènes se sauvent bien tout seuls (*Ether ou relativité,* pp. 64 à 66). Einstein se figure que dans l'expérience de Michelson, le physicien non relativiste est obligé de croire à l'existence d'un vent d'éther soufflant à la vitesse de 30 kil. à travers l'interféromètre. Il n'en est rien ! Il est physiquement impossible que ce vent traverse le globe (*Ibid.,* p. 31 et suiv.) et il est physiquement certain qu'un tel vent ne saurait souffler jusque sur nous, car s'il existait, il existerait aussi un force centrifuge imposant au fil à plomb immobile une direction excentrée par rapport à celle du point attirant graviquement le plomb ; dès lors, une fois le fil brûlé et cette force centrifuge abolie, le plomb tomberait suivant une direction *moins* excentrée que celle qu'indiquait le fil. Or, sui-

(1) Voir, en effet, « La Théorie de la Relativité », p. 60. D'ailleurs il se pourrait qu'Einstein n'eût pas encore une idée parfaitement arrêtée sur la cause qui engendre les champs de gravitation, car un peu plus loin, p. 69, après avoir rappelé que sur une plateforme tournante le champ centrifuge croît comme le rayon r, tandis que le champ gravitique, au contraire, décroît comme $1 : r^2$, il exprime l'espoir « qu'on trouvera une loi de « gravitation qui explique non seulement le mouvement des « astres, mais aussi le champ de forces observé sur la plate-« forme ».

vant que la chute est courte ou longue, le plomb tombe suivant la direction du fil ou suivant une direction *plus* excentrée. Ces faits sont donc inconciliables avec la physique classique..., mais non avec la physique éthérienne qui les explique fort naturellement. En définitive, l'argumentation qu'Einstein fonde sur l'expérience de Michelson est absolument sans valeur : les franges d'interférence sont insensibles à la direction du vent d'éther de 30 kil. pour cette raison péremptoire que ce vent ne les atteint pas.

10. PHYSICIAN. — Cependant ce vent est la cause de l'aberration de la lumière. Si vous le supprimez, l'aberration devient inexplicable.

11. QUAERENS. — Nullement. La Terre, atmosphère comprise, a capté et gardé son éther que j'appellerai éther terrestre ; de même un voyageur, dans un wagon bien fermé, a capté un certain air wagonien. L'observateur terrestre et le voyageur en wagon ne sont fouettés respectivement ni par l'éther extérieur au globe, ni par l'air extérieur au wagon ; mais cela n'empêche pas l'éther terrestre et l'air wagonien de leur transmettre les aberrations qu'engendre la vitesse de marche. Par exemple, si le wagon se rapproche d'une sirène d'usine émettant la note *la,* le voyageur entendra une note plus haute que *la,* et d'autant plus aiguë qu'il ira plus vite. De même pour l'aberration de la lumière des étoiles.

12. PHYSICIAN. — Mais dans l'expérience de Fizeau, un rayon lumineux suivant l'axe d'un cylindre plein d'eau n'est pas entraîné à la même vitesse que l'eau du cylindre : si cette eau court à vitesse v, la lumière prend seulement la vitesse

$$u = v\,(1 - n^{-2})$$

or cette valeur est, avec une approximation presque parfaite, celle qu'indique la théorie d'Einstein.

13. QUAERENS. — Ce phénomène, lui aussi, se sauve très bien sans l'intervention de la relativité. La physique éthérienne, étudiée pour elle-même, indépendamment de toute considération de relativité, nous apprend que quand l'eau est chassée à la vitesse v, son éther ne peut suivre qu'imparfaitement et acquiert seulement la vitesse u, ci-dessus définie. Or, ce qui porte la lumière, ce n'est pas la portion purement matérielle de l'eau, c'est son éther annexé; donc puisqu'il prend seulement la vitesse u, c'est seulement de u que doit être augmentée la vitesse avec laquelle la lumière traversait l'eau au repos (*Ether ou relativité,* p. 64).

14. PHYSICIAN. — Enfin, tout le monde sait bien que de très nombreux phénomènes s'accordent à merveille avec le principe de relativité.

15. QUAERENS. — Oui, certes ! on sait notamment que le mouvement uniforme n'engendre pas de forces, et personne ne conteste ce point. Par contre, il existe beaucoup de phénomènes également très connus qui contredisent formellement au principe de relativité : voyez par exemple les expériences de Foucault prouvant la rotation de la Terre, voyez son pendule au Panthéon, son giroscope..., etc. : d'après les relativistes, le mouvement d'un système serait impossible à prouver par des expériences intérieures à ce système. Pourtant la Terre prouve sa rotation. Et le mécanisme de ce fait est inexplicable pour le relativiste qui rejette absolument la notion de l'éther, et se refuse à admettre l'existence d'un système de référence privilégié.

16. — Une autre preuve très frappante de la vanité des théories Einsteiniennes nous est fournie par le radium. On sait que ce corps projette ses particules β à une vitesse considérable, parfois « si près de celle de la « lumière qu'on ne peut l'en distinguer » (Soddy, *Le Radium,* p. 88). Eh bien ! considérons seulement deux corpuscules projetés simultanément à la vitesse de 200.000 Kil. Sec. l'un N vers le Nord, l'autre S vers le Sud. Assurément, pour ces systèmes particuliers que sont les petits corps N et S, on peut toujours imaginer une conception de l'espace et du temps telle que leur vitesse relative n'excède pas celle de la lumière ; mais il n'en demeure pas moins que, pour tout observateur au repos dans le laboratoire, la vitesse de N par rapport à S, ou inversement, excède momentanément la limite de 300.000 kilomètres, réputée infranchissable.

17. LOGOMANE. — Il se peut qu'au point de vue purement physique l'œuvre d'Einstein exige certains éclaircissements, mais pour le logicien, elle mérite d'être louée sans réserve. Seul Einstein a su définir la simultanéité, et, de là, tirer ces déductions prodigieuses qui rénovent totalement notre conception de l'espace et du temps.

18. QUAERENS. — Avant Einstein, on ne dissertait guère sur la définition de la simultanéité, parce que les physiciens étaient d'accord sur ce que désigne ce mot. Selon moi, la simultanéité usuelle se définit ainsi. De nombreuses horloges sont supposées réparties un peu partout, et fixes par rapport à l'état moyen de

l'éther ; chacune d'elles est réglée sur celle qui a été choisie arbitrairement une fois pour toutes en vue de jouer le rôle d'horloge-mère. Pour procéder au réglage, on se place soit au milieu de la ligne joignant l'horloge-mère à l'horloge-fille, soit en un point quelconque du plan perpendiculaire au milieu de la ligne mère-fille ; dans ces conditions, les horloges doivent paraître marquer la même heure, puisqu'il y a pour chacune d'elles le même *retard de propagation*, c'est-à-dire le même délai entre le moment où elles marquent telle heure et celui où l'observateur lit cette même heure. Il va de soi que de tout autre point de l'espace on pourrait aussi procéder au même réglage, mais alors en ayant égard à la différence des *retards de propagation*. Les horloges sont censées marcher suivant la même loi et rester d'accord entre elles après réglage. Enfin la loi de marche est supposée uniforme, et les secondes de même durée. Le sens de ces mots, reconnaissons-le, n'est pas facile à préciser, parce que, de proche en proche, nous venons de remonter jusqu'à une notion primitive, aussi primitive que l'est en géométrie celle de la ligne droite : une horloge à marche uniforme est aussi impossible à définir qu'une ligne droite, mais elle se conçoit aussi clairement. (Si le lecteur exigeait sur ce point quelques éclaircissements supplémentaires, j'ajouterais que les horloges satisfont à la condition suivante : lorsqu'on en prend au hasard un lot de N et qu'on les fait marcher comparativement après avoir retardé chacune d'elles de 1 sec. sur sa voisine, on constate que les N temps ainsi marqués par les instruments ne cessent jamais de l'échelonner exactement de seconde en seconde ; on en conclut que si les horloges ne sont pas tout à fait régulières, leurs irrégularités, du moins, se compensent pour chacune d'elles pendant la durée de 1 sec... On pourrait d'ailleurs admettre que l'explication précédente est présentée non plus par seconde, mais par tierce, quarte, quinte.... etc.)

19. — L'heure unique, marquée par ces très nombreuses horloges, peut être acceptée pour tous les systèmes fixes ou mobiles, à condition que les observateurs la lisent d'une distance nulle ou négligeable ; ils opèrent comme le voyageur d'un train qui règle sa montre d'après l'horloge de la gare qu'il traverse. Deux événements sont simultanés lorsqu'ils se produisent à la même heure universelle, indiquée par les horloges précédentes.

20. — M. Einstein, imitant à son insu les errements fâcheux des sophistes de l'ancienne Grèce, conserve le mot de simultanéité, mais en donne une définition nouvelle (*La théorie de la relativité*, p. 22), d'ailleurs curieusement escamotée, pour ainsi dire, car elle ne résulte qu'implicitement du texte, et n'est pas explicitement formulée (1). Aussi M. Einstein ne songe-t-il point à

(1) A. — *Définition explicite.* Il est curieux de chercher à définir explicitement la condition de simultanéité pour un cas concret analogue à ceux que les Relativistes prennent volontiers pour exemples. Soient α et β deux astres fixes distants de 200 ans de lumière, et μ le point milieu entre α et β ; le long de la ligne $\alpha\beta$ se meut un troisième astre μ'. Sur chacun des deux astres α et β explose un énorme volcan lançant un éclair de lumière à travers l'espace ; les astronomes de μ' enregistrent les heures d'arrivée t_α et t_β des ondes lumineuses révélant ces phénomènes, et ils constatent que ces heures sont la même heure universelle t. S'ensuit-il que les époques T_α et T_β des deux explosions elles-mêmes ont été simultanées ? Les astronomes ne peuvent le dire tant qu'ils ignorent la position qu'ils occupaient au temps t sur la ligne $\alpha\beta$. Supposons qu'ils arrivent à savoir que cette position était précisément le point μ, milieu de $\alpha\beta$; ils en concluront que, le *retard de propagation* ayant été de 100 ans pour l'éclair α comme pour l'éclair β, l'identité des époques d'arrivée t_α et t_β implique l'identité des époques de départ T_α et T_β. Mais ces astronomes raisonnent conformément au sens commun ; pour admettre la simultanéité, le sens transcendental exige que l'astre μ' ait passé en μ, non pas à l'époque t, mais à une certaine époque antérieure θ, le chemin parcouru pendant le laps $\theta - t$ n'ayant, paraît-il, aucune importance transcendentale. Et à quelle époque θ l'astre μ' a-t-il dû passer au point μ ? A l'époque où, pour un certain autre système qu'on pourra supposer fixe, les deux volcans étaient censés exploser simultanément.

Cette définition explicite de la simultanéité pour l'astre mobile μ' me paraît moins satisfaisante que bizarre et génératrice de bizarreries (voir les §§ B et C ci-après). Pour permettre au lecteur de s'assurer qu'elle est bien conforme à la définition implicite de M. Einstein, j'ai employé ici les lettres α, β, μ, μ', là où les pages 21 et 22 de l'ouvrage précité emploient A, B, M, M' : cette correspondance des notations rend évidente celle des définitions.

B. — *Bizarrerie relative aux durées.* — Autour d'un signal battant verticalement la seconde a été tracée une piste circulaire dont le rayon, valant 300 m., est parcouru en $1^{sec} \times 10^{-6}$ par la lumière. En tous points de cette piste, on peut adopter la même heure, celle qu'on reçoit du signal central, c'est-à-dire l'heure centrale retardée d'un millionnième de seconde. Si un mobile m_1 partant d'un certain point O de la piste, met le temps t à en faire le tour, un mobile m_2 deux fois plus rapide mettra le même temps t à faire deux tours ; et un observateur O_0, immobile en O, comptera le même nombre de secondes centrales que les mobiles m_1 et m_2, depuis le moment où ces mobiles partent ensemble de O jusqu'à celui où ils y reviennent ensemble. A-t-on le droit de qualifier ces retours de simultanés, bien que, d'après les formules relativistes, les temps t_0, t_1 et t_2, mesurés à des vitesses différentes par O_0, m_1, m_2, s'expriment par des nombres différents ?

C. — *Bizarrerie relative aux longueurs.* — Dans un coursier rectiligne gradué en divisions longues de $l = 1$ cm. sont des billes ayant pour diamètre $d = 1$ cm. L'axe du coursier étant pris pour axe des x d'un système fixe K, la file des billes pourra constituer un système mobile K' animé d'une vitesse v telle que le radical $\sqrt{1 - v^2 : c^2}$ vaille 0,9999 (nombre choisi arbitrairement, pour faciliter l'emploi d'un exemple numérique). Quand les billes sont mises en mouvement à vitesse v, la différence des abcisses des deux extrémités d'une division reste toujours égale à 1 cm. ; l ne change pas. Mais il n'en est pas de même pour les extrémités d'une bille ; la différence d'abcisse diminue, et la bille n'occupe plus dans le coursier que la longueur à laquelle se réduit son diamètre longitudinal, c'est-à-dire $d = 0$ cm. 9999. On en conclut la possibilité de la curieuse expérience suivante :

Un coursier circulaire ayant 100 m. de développé (environ

discuter sa propre définition et à vérifier si elle ne pourrait pas devenir génératrice de contradictions ultérieures.

21. Logomane. — Qu'importe, si par sa magnifique ordonnance, la construction logique d'Einstein s'affirme absolument impeccable !

22. Quaerens. — Je ne saurais tenir pour impeccable une théorie qui permet d'affirmer à la fois une proposition et sa contraire. Si deux piétons N et S de même vitesse suivent une route dirigée nord-sud, N allant vers le nord et S vers le sud, croyez-vous que N et S cheminent côte à côte ?

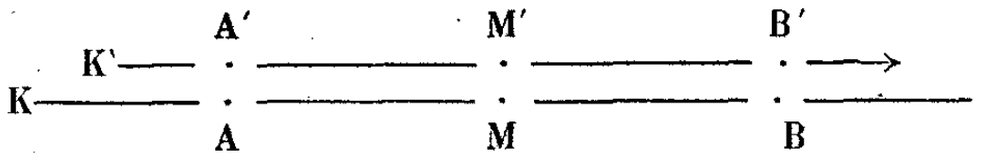
23. Logomane. — Evidemment non, puisqu'il marchent en sens contraire.

24. Quaerens. — Eh bien ! la théorie de la relativité permet de démontrer que ces piétons marchant à des vitesses égales, et de sens contraires, cheminent néanmoins côte à côte, c'est-à-dire à des vitesses égales et de même sens ; voici comment. Le piéton N allant vers le nord tient une lanterne dirigée de façon à lancer sa lumière vers le nord, mais cette lumière est masquée par un volet. En croisant N, le piéton S, agissant légèrement sur le volet et démasquant un instant la lumière, permet à la lanterne sourde d'envoyer un rayon vers le nord. Je prends pour système de référence un système L lié à l'onde lumineuse. (L sera si l'on veut le lutin de Maxwell, qui doit être aussi remarquable par son agilité que par sa dextérité.) Cette onde, d'après le principe fondamental de la relativité restreinte, a même vitesse par rapport à tout système quelconque, notamment par rapport à chacun des piétons S et N. Réciproquement, S et N ont même vitesse par rapport à l'onde L (v. p. 50 ou p. 103 de *La théorie de la Relativité*). Or ils étaient côte à côte au moment où l'onde est partie ; donc puisque depuis ce moment ils suivent la même route à la même vitesse par rapport à L, ils n'ont pu cesser d'être côte à côte (1).

25. Logomane. — Ce raisonnement est à examiner de près, car sa conclusion est étrange. En tous cas, à supposer qu'il soit régulier, ce n'est pas ce détail unique qui peut suffire à ruiner l'œuvre admirable d'Einstein.

26. Quaerens. — Une théorie qui fournit une contradiction peut aussi bien en fournir mille, si la contradiction n'est pas spéciale à une sorte de point singulier. Voulez-vous que nous reprenions le problème où Einstein prétend (*Théorie de la Relativité*, pp. 21 et 22) que deux éclairs, simultanés pour des observateurs immobiles aux abords d'une voie ferrée (système fixe K), sont successifs pour un train (système mobile K') lancé à la vitesse v ? Cette fois, nous démontrerons, si vous le permettez, que pour le système mobile K', les deux éclairs sont aussi parfaitement simultanés que pour le système fixe K.

27. — Soient A et B deux lanternes sourdes fixes dans le système K ; appelons M le milieu entre A et B ; à un même instant, les volets des



lanternes sourdes sont soulevés et deux rayons lumineux partent selon AM et BM : l'observateur M, muni de deux miroirs croisés, surveillait à la fois A et B ; apercevant en même temps les deux lueurs, il affirme leur simultanéité ; sur ceci, aucune difficulté.

Au moment où partent les lueurs, les points du train qui sont en regard de A, M, et B sont ceux que la figure précédente désigne par A', M' et B'. Einstein, s'abstenant de définir explicitement ce qu'il entend par simultanéité dans le cas actuel, déclare sans discussion que le voyageur situé en M' est celui à qui il appartient de décider si les éclairs sont simultanés; or, comme ce voyageur va au-devant de l'éclair B et fuit l'éclair A, c'est l'onde B qu'il recevra la première, et Einstein en conclut que pour le système K', il n'y a pas simultanéité. De cette conclusion, je lui laisse naturellement l'entière responsabilité — car, pour moi, j'aurais choisi

16 m. de rayon) contient exactement, au repos, 10.000 des billes précédentes. Si ces billes sont mises en marche à la vitesse v, leur contraction longitudinale permet d'introduire dans le coursier une 10.001me bille, qui prend comme les autres la vitesse v ; cela étant, j'use d'un droit qu'Einstein reconnaît formellement à chacun (*La théorie de la relativité*, *passim*, et notamment p. 50) ; je considère que la mobilité appartient au coursier, et que les billes, au contraire, forment le système fixe. Alors, contrairement au sens commun, mais conformément au sens transcendantal, semble-t-il, ce sont les l qui prennent la longueur raccourcie $l' = 0$ cm. 9999 tandis que les d' retrouvent leur valeur primitive $d = 1$ cm. ; par conséquent la disposition précédente n'est plus possible et le coursier doit rejeter instantanément deux des 10.001 billes qu'il contenait.

Nota. Bien entendu, puisque je nie le principe de relativité je ne crois nullement aux prévisions bizarres que je viens d'en déduire, et je tiens pour certain que l'expérience les infirmerait radicalement.

(1) Ici, le lecteur qui se sentirait incrédule au postulat engendrant une telle contradiction, pourra avec avantage se remémorer ce qu'a écrit M. Emile Picard dans sa brochure sur la *Théorie de la relativité*. Après avoir signalé le rôle prépondérant que jouent dans cette théorie la propagation des rayons lumineux et le postulat qu'Einstein fonde sur sa façon d'interpréter l'expérience de Michelson, le Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences ajoute impartialement : « si l'on « n'adopte pas ces points de vue, la théorie n'a plus de base » p. 11).

comme voyageur-arbitre celui qui passe en face de M au moment où les ondes lumineuses A et B arrivent en ce point — et je me borne à démontrer qu'en appliquant les principes du livre précité, on peut aussi aboutir à la conclusion contraire, celle de la simultanéité.

28. — Je suppose qu'en A' et B' on ait fixé sur le train des lanternes sourdes analogues aux deux lanternes A et B déjà indiquées comme liées à la voie ; chacune de ces quatre lanternes lancera un rayon dès qu'un choc déplacera son volet. Si les deux segments A' M' et M' B' sont égaux entre eux et tels que A' et B' soient respectivement en regard de A et de B quand M' est en regard de M, il est évident qu'on peut régler la position des quatre lanternes sourdes de façon que les volets A et A' se chassent l'un l'autre au même instant où les volets B et B' se choquent aussi mutuellement : cet instant unique est précisément le temps *t* où M' passe en regard de M. Ceci dit, on voit que l'observateur M' apercevra simultanément les éclairs A' et B' : ceci résulte de ce que, d'une part, A' M' égale M' B' et que, d'autre part, la vitesse de la lumière suivant A' M' ou suivant B' M' est toujours de 300.000 kil. sec., quelle que soit la vitesse du système (axiome de relativité restreinte). Cette même conclusion s'obtiendrait encore plus simplement en considérant momentanément le système K' comme fixe, ce qu'on a toujours le droit de faire (*La théorie de la relativité*, p. 50).

29. — Remarquons maintenant que les éclairs A et A' courent à la même allure, car la vitesse de propagation de la lumière est indépendante de la vitesse de marche de la source (*La Théorie de la relativité*, page 15). Donc les éclairs A et A', marchant à la même vitesse, et étant partis du même point, au même instant — par le choc même des deux lanternes A et A' — arriveront forcément ensemble à l'observateur M'. Pour la même raison, les éclairs B et B' arriveront aussi à M' en même temps l'un que l'autre. Donc, puisque M' jugeait A' et B' simultanés, il jugera aussi A et B simultanés, contrairement aux conclusions du livre d'Einstein (p. 22).

30. — De sorte que, même pour le logicien pur le plus insoucieux des réalités pratiques, le plus indulgent, comme dirait Molière, à ce raisonnement qui « bannit la raison » et à ces déductions « dont le bon sens murmure », de telles contradictions tendent à prouver que dans son état actuel, le système relativiste est imparfait et exige de sérieux amendements. J'estime que ceux-ci se réaliseront sans coup férir en raisonnant comme il suit.

31. QUAERENS. — *Conclusion.* — Einstein croyait comme tout le monde que par rapport aux théories classiques, l'expérience de Fizeau et celle de Michelson comportaient des contradictions intolérables. Il s'est aperçu que la transformation de Lorentz permettait d'introduire dans les idées usuelles une altération propre à compenser les contradictions sus-visées : c'est ainsi qu'il a été amené à combiner son ingénieuse théorie de la relativité. Mais aujourd'hui, après redressement des parties défectueuses de la Physique classique, on constate que les contradictions anciennes disparaissent d'elles-mêmes, et que les phénomènes antérieurement réputés inexplicables, se sauvent maintenant tout seuls, et en parfait accord avec le sens commun (*Ether ou Relativité, passim*). Dès lors ce sont les altérations compensatrices habilement combinées par Einstein qui sont aujourd'hui génératrices de contradiction. Que faut-il faire ?

32. — Imaginons qu'un médecin appelé pour cause d'empoisonnement grave, ait tout d'abord administré au malade un contre-poison violent, mais alors, examinant plus à loisir les restes de la liqueur fatale, on s'aperçoit qu'elle n'est que de l'eau pure ; en ce cas le malade est bien effectivement empoisonné, mais seulement par le contre-poison dont il faut le débarrasser au plus vite.

33. — Faisons de même en physique ; renonçons au principe de relativité d'Einstein et revenons purement et simplement aux règles du sens commun ; mais en même temps n'oublions plus d'avoir égard à l'éther. Par ce moyen, nous ferons faire à la Physique un pas énorme, et cette fois, dans le sens du progrès.

Maurice GANDILLOT.

REVUE INDUSTRIELLE

LES TENDANCES DE L'INDUSTRIE DE L'ARGENTURE EN ANGLETERRE

On parle fréquemment de l'union nécessaire de la Science et de l'Industrie, l'une et l'autre ne pouvant que profiter de la collaboration.

Une des formes sous lesquelles peut se manifester le rapprochement est l'organisation de réunions soigneusement et longuement préparées où les industriels

viennent écouter les communications de leurs collaborateurs ou des savants dont les recherches intéressent leur branche d'industrie. A la suite des communications s'instituent des discussions où chacun apporte librement ses observations, ses critiques, pose des questions, ce qui peut être très profitable à tous. De telles réunions, outre qu'elles entretiennent entre les spécialistes un échange d'idées fécond, renseignent le profane sur l'état actuel d'une industrie, permettent de diffuser les méthodes nouvelles et font profiter la communauté des efforts particuliers. Elles sont donc une source de progrès qui bien que connue depuis longtemps doit être encore puissamment encouragée. En France, nos associations d'ingénieurs, nos sociétés scientifiques et techniques ont bien compris qu'elles avaient le rôle d'organisatrices et, depuis la fin de la guerre, nous avons assisté à plusieurs de ces « semaines » ou de ces congrès pour lesquels des Anglais ou des Américains avaient passé la Manche ou l'Océan. Nous trouvons aussi dans les périodiques techniques d'Angleterre, des Etats-Unis et d'Allemagne la trace de nombreuses réunions de ce genre.

Nous retiendrons ici, comme très caractéristique de la tendance signalée, un « Meeting » tenu à Sheffield sous les auspices de deux Associations anglaises : la « Faraday Society » et l' « Institute of Metals » (Trans. of the Faraday Soc., Juillet 1920). De nombreuses communications y furent données sur le sujet des dépôts électrolytiques de métaux (cuivrage, nickelage, etc.) et une séance dont nous nous occuperons spécialement fut réservée à la question de l'argenture galvanique.

Le choix de l'emplacement de la réunion n'était pas indifférent. Dans ces jours de voyages coûteux ou difficiles il est parfois permis d'hésiter devant un déplacement important. La ville choisie : Sheffield, est, en Angleterre, le siège d'importantes industries depuis fort longtemps intéressées dans la question de l'argenture et les questions connexes : orfèvrerie, coutellerie, quincaillerie. On avait donc quelque chance de rassembler dans la ville une majorité des spécialistes anglais.

Une autre raison qui nous incite à signaler cette réunion est que l'argenture a été mise au point depuis moins d'un siècle par tâtonnements empiriques et de longues années avant le développement de la branche importante des sciences physiques que l'électrochimie est devenue aujourd'hui. Les fabricants possèdent donc des procédés d'argenture qui sont sanctionnés par de longues années de pratique et on aurait alors pu excuser chez certains d'entre eux une tendance routinière regrettable. Cependant, soucieux de maintenir leur industrie au niveau des progrès scientifiques, ils n'ont pas ménagé leur attention aux communications et aux discussions.

Les conditions les meilleures pour obtenir un bon dépôt d'argent sur une pièce métallique devaient naturellement en former le sujet essentiel. On sait que la couche de métal obtenue par électrolyse doit être bien adhérente au métal de base, qu'elle doit posséder une épaisseur uniforme et respecter les détails d'ornementation de la pièce à recouvrir, qu'elle doit être enfin facile à polir par les méthodes de la technique courante et posséder dans ce but une texture particulière.

Ce sont alors ces divers aspects de la question qui ont été envisagés. Les bains d'électrolyse contiennent de l'argent sous forme de cyanure double d'argent et de potassium, ils conduisent le courant électrique qui transporte l'argent pur de l'anode sur l'électrode cathodique constitué par les pièces à argenter. Or la vieille pratique a conduit certaines usines à conserver pendant de longues années des bains d'électrolyse satisfaisants, au lieu de les changer de temps à autre. L'expérience montre, en effet, que les vieux bains dont certains ont jusqu'à 50 ans d'âge se comportent mieux que certains bains récemment préparés. Cela semble pourtant paradoxal car il doit se produire à la longue une accumulation des impuretés qui devrait modifier l'action du courant. Guidé par cette idée, M. Brook a examiné la constitution d'une soixantaine de bains prélevés à Sheffield et dont l'âge variait entre six mois et cinquante ans. Il est arrivé à ce résultat que tous les éléments se modifient dans des proportions énormes d'une usine à l'autre et que cette variation rend impossible la détermination du bain-type. Voilà une belle conclusion : le triomphe de l'empirisme ! Chaque fabricant a déterminé la solution qui argente le mieux les cuillers ou les fourchettes, les ustensiles creux ou les ustensiles plats et il s'y tient sans chercher mieux depuis 30 ou 50 ans !

Ce bain-type doit cependant pouvoir être trouvé, et M. Barclay attaque le problème par la méthode scientifique. Il fait systématiquement varier tous les facteurs et formule des conclusions très importantes. D'abord la teneur la plus favorable pour l'argenture, tant au point de vue du rendement technique qu'au point de vue économique, est approximativement de 20 à 25 grs d'argent par litre sous forme de cyanure double, $KAg(CN)^2$. Il est ensuite avantageux d'ajouter du cyanure de potassium en excès de façon à satisfaire au rapport moléculaire $KAg(CN)^2 : 2\ KCN$, d'ajouter aussi certains sels de potassium comme le carbonate et, maintenant la température entre 17° et 23° C, de veiller à ce que le bain fonctionne d'une façon continue dans des conditions de concentration et de densité de courant parfaitement constantes. Voilà qui est plus scientifique, mais c'est évidemment trop simple car bien des points restent encore obscurs. C'est ainsi que des substances organiques, le plus souvent colloïdales, sont introduites dans le bain d'argenture. On constate alors que le grain du métal déposé devient beaucoup plus fin, ce qui est pratiquement intéressant. Mais la théorie de l'action de ces colloïdes est encore controversée.

Si on considère le prix de revient et aussi la vitesse du travail, on est conduit à s'occuper de la valeur de la densité du courant à utiliser. Les praticiens sont d'avis de se tenir vers 2,75 à 3 ampères par cm^2. Cependant M. Mason prétend que grâce à une addition convenable de carbonate de potasse, il a pu doubler pratiquement l'intensité du courant et par suite le rendement en diminuant considérablement le prix de revient. Sur cette affirmation, une discussion très vive s'ouvre entre les partisans de la vieille pratique et les promoteurs du progrès. « Une telle proposition, s'écrie M. A. Bowker, bien que scientifique devrait être pratique » et c'est, sous une forme un peu brutale, le reproche que le praticien formule souvent contre le savant de laboratoire qui, quelquefois, n'a pas l'exacte conception de ce qui est possible pratiquement et surtout économiquement et commercialement. Nous n'insisterons donc pas sur cette discussion d'où il ressort à l'évidence que les industriels de Sheffield préfèrent déposer l'argent lentement pour obtenir un dépôt répondant aux conditions précisées au début. Mais ce dépôt, même obtenu par les plus habiles tours de mains séculaires, montre parfois des anomalies qui

en altèrent la beauté. On a constaté, par exemple, que cerfaines pièces d'orfèvrerie montrent, surtout dans les parties planes, en lumière intense et sous une incidence convenable des traînées rougeâtres du plus désagréable aspect. On a songé à incriminer la faible teneur en soufre de certains bains, ou le métal sous-jacent. Mais, aidé de son microscope, M. Brook étudie ce qu'on nomme en métallographie l'aspect macroscopique du dépôt d'argent. Il découvre que dans certains cas, il s'est formé des cristaux en aiguilles qui, au cours du polissage, ont été recourbés sur la surface et ont retenu des quantités infinitésimales de rouge à polir. Cette explication, même si elle n'est pas la bonne, aura du moins eu l'avantage d'attirer l'attention des spécialistes sur l'intérêt de l'emploi du microscope.

Enfin, dans le même ordre d'idées, il n'est pas inutile de signaler la question qui se pose de la nature des dépôts d'alliages de métaux précieux tels que l'or vert par exemple. (Or, Argent). On peut se demander si on a affaire à une simple juxtaposition des deux métaux en parcelles extrêmement petites ou si on a affaire à une solution solide comme cela paraît être l'opinion générale.

Ainsi nous avons résumé très succinctement les questions examinées dans cette réunion de savants et de spécialistes avertis. En lisant dans le texte lui-même les communications et surtout les discussions on voit mieux apparaître sans doute la multitude de problèmes de détails auxquels on se heurte dans une industrie aussi spécialisée que celle de l'argenture galvanique et aussi parfaite quant à la qualité des produits qu'elle livre. Nous avons seulement voulu indiquer quelques résultats, montrer dans une industrie à progrès empiriques la tendance vers une orientation plus scientifique et souligner l'utilité de réunions du genre de celle qui a été tenue à Sheffield.

R. GIRARD,
Agrégé de l'Université.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La luminosité du ciel nocturne. — M. Charles Fabry a consacré une très intéressante étude à la luminosité du ciel nocturne et aux hypothèses émises pour l'expliquer. (*Scientia*, octobre 1921.)

1. Il est d'observation courante que, par une belle nuit sans nuage, loin de la lumière artificielle des villes, on y voit assez pour se conduire et même pour lire un texte imprimé en très gros caractères. Jusqu'à une époque relativement récente, aucune mesure n'avait été faite sur cette luminosité qu'on attribuait implicitement aux étoiles.

Newcomb (1901) attira, le premier, l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à mesurer l'éclairement total produit par la voûte céleste et aussi l'*éclat intrinsèque* de ses diverses parties. Il indiqua, à la suite d'observations visuelles très simples, une valeur numérique de l'éclat du ciel qui s'écarte peu des valeurs trouvées plus tard. Les méthodes photographiques de mesure, sous la forme indiquée par Fabry en 1907, permettent de faire une détermination précise de l'éclat du ciel sur une petite surface apparente, telle qu'un cercle de quelques minutes de diamètre.

En dehors de quelques mesures discordantes et de nuits exceptionnelles, l'éclat de chaque partie du ciel nocturne semble constant en tout temps et en tout lieu. D'une région à une autre du ciel l'éclat varie, mais beaucoup moins qu'on aurait pu le penser : il est à peu près le même dans les diverses parties du ciel hors de la voie lactée, et dans les parties galactiques les plus brillantes l'éclat n'est guère que deux fois plus grand. Pour les régions non galactiques, l'éclat du ciel est à peu près celui que donnerait la lumière d'une étoile de cinquième grandeur dans chaque degré carré. Pour le ciel entier, cela correspond à une quantité totale de lumière égale à celle que donneraient un millier d'étoiles de première grandeur.

Sous une autre forme, ces nombres indiquent qu'une surface horizontale exposée au rayonnement provenant de la voûte céleste reçoit un éclairement d'environ 1/5000 de lux, à peu près égal à celui que produirait une bougie placée à 70 mètres au-dessus de l'écran.

Bien que l'éclat intrinsèque du ciel soit bien faible comparé à celui des surfaces éclairées en plein jour, il est loin d'être négligeable pour notre œil. C'est cette luminosité générale, et non le défaut de sensibilité de notre rétine, qui nous empêche de percevoir à l'œil nu les étoiles plus faibles que celles de 6e grandeur ; sur un fond parfaitement sombre nous apercevrions sans difficulté les étoiles de 8e grandeur, ce qui décuplerait presque le nombre des étoiles visibles à l'œil nu.

2. Quelle origine attribuer à cette luminosité du ciel nocturne ?

a) L'hypothèse la plus simple est celle que faisait implicitement Newcomb : elle consiste à attribuer aux étoiles, visibles ou invisibles, toute la lumière du ciel. Cependant, le calcul semble montrer que la lumière de toutes les étoiles observables n'explique qu'une partie de la lumière totale du ciel. De nouvelles mesures sont nécessaires.

Si cette conclusion est confirmée, ce qui semble probable, il faudra admettre qu'il existe quelque part, dans l'espace, près ou loin de nous, d'autres causes de production de lumière.

On pourrait songer à faire intervenir des étoiles trop faibles pour être individuellement visibles. Le nombre des étoiles invisibles qu'il faudrait faire intervenir est véritablement effrayant. Nos télescopes, en effet, montrent les étoiles jusqu'au delà de la 20e grandeur ; ce sont donc des astres plus faibles que cette limite qu'il faut supposer pour rendre compte des faits. En supposant que toutes les étoiles invisibles soient de la grandeur 22, il en faut environ *vingt milliards* pour expliquer la *dixième partie* de la luminosité du ciel. Ce que l'on sait sur la loi de répartition des nombres d'étoiles visibles en fonction de leur grandeur n'est peut-être

pas très favorable à l'hypothèse qui consisterait à admettre l'existence d'un aussi grand nombre d'astres très faibles.

b) L'origine de la luminosité du ciel nocturne pourrait être cherchée plus près de nous, dans la lumière solaire diffusée par des particules éparses dans l'espace. La nuit, l'hémisphère éclairé de notre propre planète nous dérobe le rayonnement solaire. Mais, hors un étroit cône d'ombre, ce rayonnement inonde l'espace de lumière. Rien ne nous révélera le passage de ce rayonnement si aucune trace de matière ne s'y trouve pour nous en renvoyer une partie; mais le calcul montre qu'il suffirait de quantités extrêmement faibles de matière diffusante, sous un éclat quelconque (gaz ultra raréfié, particules solides disséminées, etc.) pour expliquer la luminosité observée.

Or, il existe dans l'espace qui nous entoure un grand nombre de minuscules astéroïdes qui circulent autour du soleil ; trop petits pour être visibles dès qu'ils sont à quelque distance de nous, ils s'illuminent lorsqu'ils pénètrent dans l'atmosphère terrestre et constituent les étoiles filantes. Ces corpuscules sont sans doute à l'état solide et leurs dimensions semblent fort petites, peut-être de l'ordre de quelques millimètres. Eclairés par le Soleil, ils doivent forcément nous renvoyer un peu de lumière. Cette explication d'une partie de la luminosité du ciel nocturne a été examinée par M. Salet qui ne la trouve pas inconciliable avec le peu que nous savons sur le nombre et les dimensions des étoiles filantes.

D'autre part il n'est pas impossible que l'espace renferme un gaz ultra raréfié dont les molécules, comme l'a montré Lord Rayleigh, se comportent comme les particules d'un milieu trouble et diffusent la lumière. Une trace infime de gaz répandu dans l'espace, incapable de perturber le mouvement des astres, peut fournir une portion appréciable de la lumière du ciel nocturne. Quelques observations sur l'état de polarisation de cette lumière et sur sa composition permettraient de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse. Signalons que des recherches récentes de Lord Rayleigh (1) sur la coloration du ciel nocturne sont nettement défavorables à cette hypothèse.

c) Enfin, on a songé à faire intervenir le phénomène des aurores boréales qui se produit, dans la haute atmosphère de notre globe, sous l'influence de rayons cathodiques provenant du Soleil. La lumière émise est caractérisée par un spectre particulier, dont la raie la plus brillante est une ligne verte qui ne coïncide d'ailleurs avec aucune raie des gaz connus. On est allé jusqu'à se demander si le phénomène ne serait pas, en réalité, quotidien, et ne contribuerait pas, pour une certaine part, à la luminosité du ciel. On ne peut affirmer qu'il n'y ait pas une part de vérité dans cette hypothèse, bien que la constance de l'intensité mesurée pour la lumière totale du ciel ne lui soit pas favorable. Des mesures précises de l'intensité lumineuse due au spectre de lignes de l'Aurore boréale permettra de trancher facilement la question.

3. « On voit, par ce rapide exposé, conclut M. Fabry, combien sont nombreuses et complexes les questions que soulève l'étude d'un phénomène tout à fait banal. Les efforts faits pour l'étudier ont été, jusqu'ici, isolés et peu soutenus; les résultats acquis sont cependant suffisants pour guider les recherches futures et faire espérer d'importants résultats. » A. Boutaric.

(1) V. *Revue scientifique*, 24 décembre 1921.

Physique

Un galvanomètre acoustique pour la mesure de petits courants alternatifs. — Un fort ingénieux appareil vient d'être créé par MM. Watson et Ham pour la mesure de courants alternatifs de l'ordre de 10^{-8} ampères. Le principe de la méthode est l'emploi des ondes stationnaires qui se produisent dans un tube cylindrique plein d'air, pour faire tourner un équipage mobile portant le miroir du galvanomètre.

Le courant alternatif à mesurer traverse un récepteur téléphonique haut parleur, dont la lame vibrante forme le fond d'un cylindre, fermé à son autre extrémité par une plaque de verre. Dans ce tube est suspendu par un fil de quartz un disque de Rayleigh, dont le plan fait un certain angle avec l'axe du tube. Lorsque le système d'ondes stationnaires s'établit dans ce résonateur, le disque tourne d'un certain angle, qui dépend de l'intensité des vibrations sonores, et par conséquent de l'intensité du courant. Le disque en tournant dévie un faisceau de rayon lumineux entrant par la lame du verre, et renvoyé à travers celle-ci sur une échelle graduée en millimètres.

Pour une fréquence de 510 vibrations par seconde, un courant de $5{,}7.10^{-8}$ ampères produit sur l'échelle une déviation de 1 mm. L'appareil peut, naturellement, être construit de façon à mesurer des courants plus intenses. On peut aussi s'en servir pour remplacer l'oreille dans certaines recherches acoustiques.

L. Br.

Chimie physique

Modifications actives de l'azote et de l'hydrogène produites par les rayons α. — Les rayons α des substances radioactives, de même que la décharge électrique, communiquent à certains corps des propriétés chimiques nouvelles. Il arrive que des molécules soient dissociées ; d'autres fois, au contraire, des groupements plus complexes s'édifient. Ainsi, avec l'oxygène, on obtient de l'ozone. L'acide carbonique forme du carbone, de l'oxyde de carbone et de l'oxygène. L'oxyde de carbone est décomposé avec apparition d'oxygène et de carbone. L'ammoniaque fournit de l'hydrogène et de l'azote. L'action chimique est toujours proportionnelle à la quantité de substance radioactive présente.

F. H. Newman (1) observe que, sous l'influence des rayons α, l'azote et l'hydrogène deviennent chimiquement plus actifs et peuvent être absorbés par quelques éléments. L'expérience a lieu en vase clos, à la température de — 40°. Une couche mince de l'élément absorbant, réalisée par distillation dans le vide, recouvre la paroi interne du récipient ; à l'intérieur se trouve une plaque, sur laquelle du polonium a été déposé par voie électrolytique. L'absorption se traduit par un abaissement de pression, que l'on suit au manomètre.

L'azote conduit aux résultats résumés dans le tableau I, ci-contre.

L'absorption semble être uniquement fonction de la vitesse des rayons α et du nombre de collisions avec les molécules gazeuses. Elle augmente avec la pression, c'est-à-dire avec le nombre des molécules en jeu. Il ne peut être question d'occlusion, car aucun gaz ne se dégage par chauffage ultérieur. Les composés formés paraissent stables, les uns présentent les caractères des nitrures ; pour les autres, les essais en ce sens sont négatifs.

(1) Phil. Mag. XLIII, p. 455, 1922.

Tableau I

ABSORBANT	Volume d'azote (à la pression de 760mm) absorbé en 30 minutes		
	Pression 3mm Hg	Pression 96mm Hg	Pression 304mm Hg
	cmc.	cmc.	cmc.
Sodium	0,04	0,07	0,24
Potassium	0,03	0,07	0,27
Alliage sod.-potass.	0,09	0,11	0,36
Soufre	0,11	0,14	0,48
Phosphore	0,12	0,16	0,51
Iode	0,09	0,11	0,46
Arsenic	0,01	0,08	0,21
Magnésium	0,03	0,06	0,19
Mercure	0,04	0,08	0,21

L'hydrogène, dans des conditions analogues, est absorbé par le soufre, le phosphore et l'iode, avec les indications numériques du tableau ci-dessous :

Tableau II

ABSORBANT	Volume d'hydrogène (à la pression de 760mm) absorbé en 30 minutes		
	Pression 5mm Hg	Pression 101mm Hg	Pression 299mm Hg
	cmc.	cmc.	cmc.
Soufre	0,09	0,13	0,46
Phosphore	0,10	0,16	0,49
Iode	0,08	0,12	0,43

A l'inverse de ce qui se passe pour l'azote, on constate la libération d'une grande partie de l'hydrogène absorbé, si l'on chauffe l'absorbant en fin d'expérience. Cependant il y a ici encore, à côté de l'occlusion, une action chimique, action qui n'est pas due aux ions produits, comme on le voit en éliminant ces ions par un champ électrostatique de 600 volts.

Dans le cas du soufre, la formation d'hydrogène sulfuré est facilement mise en évidence par le noircissement d'un papier à l'acétate de plomb.

L'alliage sodium-potassium subit, du fait de l'hydrogène activé par les rayons α, des altérations visibles au microscope, probablement attribuables à des hydrures de sodium et de potassium et à des solutions de ces hydrures dans l'alliage.

Tous ces phénomènes cessent dès que la lame de polonium est retirée. L'émanation du radium les provoque par ses rayons α, mais non par ses autres radiations. La lumière ultra-violette n'agit pas. D'une façon générale, les rayons α se montrent seuls efficaces.

D'après l'auteur, les rayons α accroissent l'activité chimique du gaz en le rendant monoatomique. Les atomes, qui se forment à la surface de l'absorbant, réagissent sur lui. Ceux qui sont produits au sein de la masse gazeuse donnent naissance à des molécules triatomiques, par collision avec des molécules ordinaires.

Ces observations sont à rapprocher de celles qui ont été faites sur les tubes à décharge, à atmosphère d'hydrogène. En examinant le gaz de ces tubes, après fonctionnement, Strutt a conclu à une variété d'hydrogène, de composition atomique. Plus récemment, en opérant à basse pression, Wendt a montré l'existence de molécules H^3.

Dans un autre ordre d'idées, Langmuir a trouvé que l'azote et l'hydrogène, déjà très raréfiés, disparaissent en présence d'un filament de tungstène incandescent ; il a utilisé ce phénomène pour perfectionner le vide dans les valves. S. V.

Géographie

Sir Ernest Shackleton (1874-1922). — Sir Ernest Shackleton, dont la mort imprévue a douloureusement surpris le monde savant, était certainement un des plus grands explorateurs polaires qui ait jamais existé. Il a consacré toute sa vie à déchiffrer l'énigme antarctique, il a vécu les aventures les plus dramatiques, et il est mort sur la route du Pôle.

Shackleton avait débuté dans la marine marchande britannique. C'est en 1902, à 28 ans, que commence sa carrière polaire. Il fit partie alors de la première expédition du capitaine Scott aux terres antarctiques, à bord de la *Discovery* dans le secteur de la mer de Ross. Il accompagna Scott dans son raid vers le Sud et, sur la grande Barrière de Ross, en suivant les chaînes de montagnes de la Terre Victoria, ils réussirent tous les deux à atteindre la latitude de 82°17′, dans un raid excessivement pénible et ralenti à tout moment par une piste bouleversée de crevasses et de vagues de neige.

En 1907, Shackleton repart vers les mêmes régions antarctiques, cette fois comme chef d'expédition. Il annonce au monde : « Je ne veux pas sacrifier le but scientifique à une entreprise de pur sport, néanmoins, je le dis franchement, je ferai tous mes efforts pour atteindre le Pôle géographique austral. »

Shackleton établit ses quartiers d'hivernage sur l'île Ross par 77°35′. Le 29 octobre 1908, il part vers le pôle avec Adams, Marshall et Wild. Il a préféré comme animaux de trait les poneys de Mandchourie aux chiens esquimaux. Préalablement plusieurs dépôts de vivres avaient été établis jusqu'à la latitude de 79°36′. Ce dépôt extrême est atteint le 15 novembre. Le 26 novembre, le record de Scott, 82°17′, est dépassé. Les chaînes de montagnes s'orientent franchement vers le Sud-Est et, le 3 décembre, par 83°40′, barrent la route. Il va donc falloir abandonner la piste horizontale et relativement aisée de la barrière de Ross pour escalader les glaciers. Trois poneys déjà, épuisés de fatigue, ont dû être abattus. Le seul qui reste tombe bientôt dans une crevasse et disparaît. Les explorateurs sont ainsi privés d'une importante réserve de viande sur laquelle ils comptaient. Pour aller jusqu'au pôle, ces hommes, qui ont maintenant à traîner plus de 100 kilogrammes chacun, doivent commencer à se rationner. Mais les difficultés s'amoncellent. Le glacier Beardmore, dont ils font l'escalade, est une véritable cascade de glace ; on dirait d'une mer en furie brusquement congelée. Des crevasses béantes barrent à tout instant la route : il faut faire mille détours à la recherche d'un pont de neige. Plusieurs fois, il leur arrive de faire effondrer sous leur poids ces passerelles fragiles, et c'est par miracle qu'ils ne sont pas engloutis. Enfin, le 20 décembre, par 2.200 mètres d'altitude, ils atteignent le plateau. Les crevasses, toujours nombreuses, les retardent. Ils ont beau, pour aller plus loin, ne s'accorder que des rations de famine : les formidables tempêtes de l'Antarctique, qui, pendant des jours et des jours, chassent la neige, si puissantes qu'un

homme ne peut rester debout contre elles, les empêchent d'avancer ; le mal des montagnes les épuise ; le froid, qui atteint souvent des températures inférieures à — 30°, gèle leurs mains et leurs pieds. Enfin, désespérés de n'avoir pu atteindre le pôle, n'étant plus sûrs d'avoir assez de vivres pour le retour, dans un effort suprême, le 9 janvier 1909, ils vont planter le pavillon britannique par 88° 22′ et prendre possession du plateau polaire au nom du roi Edouard VII L'altitude est de 3.300 mètres.

Le pôle est à 170 kilomètres à peine ! Jamais un des pôles de la terre n'a été approché d'aussi près par des hommes. A perte de vue, rien qu'une plaine blanche. Sans doute le plateau s'étend sans interruption jusqu'au pôle. Cent soixante-dix kilomètres ! La distance de Paris au Havre ! Quel intérêt nouveau pour la science pourrait présenter l'atteinte du Pôle même ? Un intérêt sportif, et rien qu'un intérêt sportif !

Les quatre explorateurs battent en retraite. Leur retour est heureusement favorisé par le vent du Sud qui ne cesse de souffler sur le plateau, mais leurs vivres de plus en réduits les condamnent à une telle disette que Shackleton écrira au retour : « L'impression dominante de notre voyage vers le pôle, c'est une faim atroce ! »

Le 27 février, ils sont de retour aux quartiers d'hiver. Le voyage a duré quatre mois. Et ils étaient partis avec trois mois de vivres !

On se rappelle avec quel enthousiasme Shackleton, qui détenait le record des deux pôles, fut reçu en Europe. En reconnaissance de ses brillants services, le roi d'Angleterre lui donna le titre de Sir.

Après qu'Amundsen et Scott eurent atteint le Pôle Sud pendant l'été de 1911-1912, Sir Ernest Shackleton entreprit la traversée du continent Antarctique, de la mer de Weddell à la mer de Ross, en passant par le pôle.

Pendant l'automne de 1914, il quitte l'Angleterre à bord de *l'Endurance*, et après des difficultés diverses, le 10 janvier 1915, par 74° de latitude, il aperçoit la Terre Coats, découverte par Bruce en 1904. Plus au Sud, il découvre une terre nouvelle, la Terre Caird, qui rejoint la Terre Coats à la Terre Luitpold, découverte par Filchner en 1912. Une succession de grands glaciers se brise dans la mer en icebergs, et il est absolument impossible de débarquer. Le 18 janvier alors qu'on naviguait au milieu d'un espace de mer relativement libre, le vent qui soufflait du Nord-Est depuis quelques jours, se mit à augmenter de force et, en quelques heures, accumula autour du navire une quantité considérable de glace. On put croire que l'emprisonnement cesserait dès que le vent mollirait ou changerait de direction, mais le vent resta au Nord-Est pendant plusieurs jours encore, et lorsqu'enfin il s'apaisa, il n'y avait pas en vue le moindre ruban de mer libre. Au début de février, des températures très basses firent de tout ce pack un bloc compact, d'où il n'y avait plus espoir de sortir de sitôt.

Shackleton dut renoncer à la traversée du Continent Antarctique. Mais il allait vivre avec ses compagnons une aventure aussi mouvementée que n'importe quelle expédition au pôle. D'abord la dérive pousse *l'Endurance* vers le Sud-Ouest et lui permet d'atteindre ainsi la latitude de 77°, par 35° w. le 5 mai 1915. Les courants s'incurvent ensuite vers le Nord-Ouest jusqu'en juillet, où *l'Endurance* atteint 74°, par 50° w. La dérive est fort lente : inquiets de leur délivrance, ce n'est plus la marche vers le Sud, mais la dérive vers le Nord qui intéresse maintenant les explorateurs.

Après le mois de juillet, les pressions des glaces deviennent si fortes que toutes les précautions sont prises pour évacuer le navire. *L'Endurance* résiste encore pendant tout le mois de septembre. Le 27 octobre, par 69° S et 51°30′ W, une voie d'eau se déclare, le navire s'enfonce peu à peu et coule le 28 octobre. Tout l'équipage a le temps de se sauver sur la banquise avec les tentes, la plus grande partie des vivres et les embarcations.

La vie à bord de *l'Endurance*, emprisonnée dans les glaces, avait été monotone certes, mais tout de même relativement confortable. Maintenant une nouvelle existence allait commencer, beaucoup plus pénible. Le floe (1) sur lequel ils s'étaient établis était malheureusement assez peu épais et « un phoque aurait pu le briser d'un coup de tête ». « Dans une telle position, dit Shackleton, on se rend compte de la ligne très mince qui sépare la victoire de l'échec et, ajoute-il d'ailleurs, quand il est bien démontré qu'on ne peut rien faire d'autre, on ne perd ni sa gaieté ni l'espérance. Le succès, au pôle comme partout, est affaire de bon moral. »

Le 9 avril 1916, au sud de l'île Clarence et à peu près au milieu du détroit de Bransfield, le glaçon qui portait les explorateurs se disloqua. Ils mirent les embarcations à l'eau et essayèrent de se diriger vers l'île Déception, bien connue depuis la dernière expédition Charcot. L'île sert de base pendant l'été aux baleiniers chiliens et norvégiens et ils y auraient sûrement trouvé du secours. Mais les tempêtes continuelles obligèrent, après 10 jours de lutte impuissante, à mettre le cap sur l'île la plus proche, l'île Eléphant.

La navigation en embarcation, sous les averses de neige qui ne cessaient pas et au milieu d'une mer démontée, n'était pas sans périls. « Jamais nous n'avons eu aussi froid, dit Shackleton. Dans nos vêtements trempés et usés, sans abri contre la neige et la mer, nous n'avions d'autre moyen de nous réchauffer que de nous serrer mutuellement dans les bras les uns des autres. »

L'île Eléphant, sur laquelle enfin ils purent débarquer, n'offre aucune ressource. Les provisions qui restaient étaient faibles. Passer un hiver dans ces conditions était bien problématique. Il fallait à tout prix trouver des secours rapidement. Les baleiniers ne quittent pas la Géorgie du Sud pendant l'hiver, mais c'était 800 milles à parcourir en canot sur les mers les plus mauvaises du globe, heureusement avec le vent pour soi.

Shackleton décida qu'il risquerait le coup avec 5 compagnons. Il laisse Wild et 22 hommes à terre et il part le 24 avril. Après 16 jours de traversée — il faut avoir navigué dans les mers australes pour en imaginer les fatigues et les dangers — il aborde sur la côte occidentale de l'île Géorgie. La station des baleiniers est établie sur la côte orientale, et il lui faut encore, par surcroît, traverser les glaciers inconnus de cette île montagneuse, ce que personne n'avait fait jusque-là. Il est accueilli par les Norvégiens avec l'émotion qu'on devine, et à peine arrivé, il repart sur un navire baleinier au secours de ses compagnons restés dans l'île

(1) Nom donné aux glaçons plats détachés de la banquise côtière.

Eléphant. La saison est maintenant fort avancée et, dans l'intervalle, un pack épais a entouré l'île. Par trois fois, le petit navire essaie de franchir le pack et par trois fois il échoue. Et Shackleton, la rage au cœur devant son impuissance, est obligé de remettre à l'été suivant la délivrance. On comprend, comme l'ont raconté les marins du navire baleinier, que cet homme de fer, qui avait subi les plus grands risques que la nature réserve à l'homme, ait pleuré de ne pas pouvoir franchir ces quelques dizaines de milles qui le séparaient de ses compagnons.

Il savait que Wild avait à peine quelques semaines de vivres. Dès le mois d'août il se remit en route sur le *Yelcho*, navire que le gouvernement chilien avait mis à sa disposition et il n'arriva pas trop tard. Le 30 août, après une navigation délicate au milieu d'icebergs échoués, il put débarquer sur l'île Eléphant et il trouva tout son monde, épuisé certes par des privations sans nom, presque à bout, grignotant les dernières rations, mais encore vivant.

Ainsi se termina cette expédition dont les journaux de Londres ont rendu compte sous le titre significatif : What a Story ! Quelle histoire ! Quelques esprits portés au dénigrement — qui se gardent d'ailleurs d'y aller voir — disent des expéditions polaires que c'est toujours la même chose : il fait froid et on a faim. Mais non, ce n'est jamais la même chose, aucune expédition ne ressemble à la précédente et la nature polaire se charge de susciter toujours à la ténacité des hommes des obstacles imprévus. (*Le Pôle Sud. Histoire des Voyages antarctiques.*)

Tant d'aventures ne suffisaient pas encore à sir Ernest Shackleton. Les régions polaires exercent d'ailleurs une véritable fascination sur les explorateurs et ils ne peuvent pas ne pas essayer d'y revenir.

L'année dernière Shackleton organisa une nouvelle expédition à bord d'un petit navire : le *Quest*. Il avait pour but cette fois d'explorer les îles australes subantarctiques, et de faire une pointe vers la Terre Enderby, située par 66° S et 48° E., que personne n'a revue depuis Biscoe, qui, en 1831 en a signalé l'existence.

Le *Quest* venait d'arriver à la Géorgie du Sud et l'expédition allait vraiment commencer lorsque, le 5 janvier 1922, Shackleton mourut presque subitement.

Tous ceux qui l'ont connu se rappelleront son sourire si jeune, qui contrastait avec sa carrure athlétique et qui lui donnait un air de doux géant.

Les savants, qui restent dans leur bureau, ont dit quelquefois qu'il faisait passer l'intérêt sportif avant la science et qu'il ne rapportait pas toujours de ses expéditions des documents scientifiques très complets.

Entre explorateurs polaires, nous lui reprochions de sacrifier un peu trop à la réclame et de faire trop de cinéma. Mais cette réclame est malheureusement obligatoire, puisque les expéditions polaires coûtent cher, et, sans elle, Shackleton n'aurait jamais réussi à organiser ses expéditions successives.

Maintenant qu'il n'est plus, nous sentons bien que c'est le meilleur qui est parti, et que pèsent ses petits défauts en comparaison de ses magnifiques qualités d'énergie, de volonté et d'endurance ?

Comme dans la fable antique où le coureur épuisé passe en mourant le flambeau à celui qui est capable de le porter plus loin, Shackleton a laissé le commandement de son expédition à Frank Wild, son compagnon de toujours, et le *Quest* va poursuivre sa tâche sous un chef digne certainement du grand explorateur dont nous pleurons la perte.

J. Rouch.

Hygiène

La réforme de l'enseignement secondaire. — L'Académie de Médecine s'est préoccupée des modifications que le Parlement se propose d'apporter à l'enseignement secondaire. Après avoir examiné la question au seul point de vue de l'hygiène physique et intellectuelle de la jeunesse, elle a émis, dans sa séance du 28 février, les vœux suivants :

1° Que le temps consacré au travail ne dépasse pas huit heures (dont quatre heures de classe au maximum) jusqu'à la quatrième ; neuf heures au-dessus de la quatrième ;

2° Que, en dehors de l'éducation physique proprement dite qui devra être développée, soient organisés dans les lycées, pour utiliser les heures de repos, des jeux variés (avec terrains et matériel de jeux) et des travaux manuels ; que les externes puissent être autorisés à y participer ;

3° Que les classes soient moins peuplées et que le nombre des élèves n'y dépasse pas trente, dût-on, à cet effet, augmenter le nombre des lycées ;

Qu'un rôle plus important y soit attribué au professeur principal ;

4° Que les classes soient rendues plus homogènes par l'élimination des élèves nettement incapables de profiter utilement de l'enseignement secondaire ;

Que l'on mette à l'étude la création de classes d'entraînement pour les arriérés temporaires ;

Dans les lycées où chaque classe est scindée en plusieurs divisions, qu'on s'efforce de grouper dans chacune d'elles des élèves de même force ;

5° Que les méthodes d'instruction, sans porter atteinte à la culture de la mémoire, fassent davantage appel à l'observation sensorielle et au jugement ;

6° Que les programmes soient réduits, et qu'en soient exclues toutes notions de détail n'intéressant que les spécialistes ;

Que seules soient conservées : 1° les notions générales qui jouent un rôle dans l'orientation de la pensée humaine ; 2° celles que leur caractère pratique rend indispensable à tout homme instruit ; 3° celles dont la valeur éducative est bien établie ;

7° Que le rôle des médecins de lycée soit élargi, et que ceux-ci obligatoirement consultés sur toute question intéressant l'hygiène ;

Que l'on généralise l'usage d'une fiche individuelle médicale et pédagogique, établie pour chaque élève, et tenue au courant avec la collaboration du médecin, des professeurs et des familles.

En attendant la réalisation des réformes projetées, l'Académie appelle l'attention du Ministre de l'Instruction publique sur l'utilité qu'il y aurait à interpréter les règlements et programmes dans le sens le plus large, de manière à autoriser, dans chaque lycée, des initiatives individuelles capables d'apporter dans l'état actuel quelques progrès intéressants.

Elle verrait même volontiers faire, dans un nombre restreint de lycées, l'expérience de méthodes pédagogiques trop différentes de celles actuellement en usage dans l'Université pour y être substituées sans danger, mais que leur succès, soit à l'étranger, soit dans des établissements privés, signalent à l'attention.

L. Ft.

Variétés

La Confédération des Sociétés scientifiques françaises (1).

MESSIEURS LES MINISTRES,
MESSIEURS LES SÉNATEURS,
MESSIEURS LES DÉPUTÉS,

La Confédération des Sociétés scientifiques françaises vous remercie d'avoir bien voulu vous rendre à son invitation. Elle y voit une manifestation nouvelle de cet intérêt vraiment très sympathique avec lequel vous n'avez cessé de suivre et d'encourager ses efforts. Vous rapellerai-je rapidement son histoire, à la fois si courte et si pleine ?

Au lendemain de la Guerre, il apparut immédiatement que la Science, après avoir été un facteur de victoire décisif, devait être aussi un facteur primordial du relèvement économique du pays, ainsi que de sa tranquillité pour le présent et pour l'avenir. Organiser méthodiquement et sur des bases solides la recherche scientifique, source toujours jaillissante d'où découlent les progrès de l'Industrie, de l'Agriculture, de la Médecine, de l'Hygiène, telle était la tâche fondamentale qu'il fallait entreprendre sans retard.

Les Sociétés scientifiques ont pensé qu'il était de leur devoir de prendre des initiatives. Elles ont d'abord formé, d'après leurs affinités naturelles, des groupements, des fédérations ; c'est la réunion de ces fédérations qui constitue notre Confédération. Le total des membres que nous représentons ici est d'environ vingt mille. C'est, en réalité, l'effectif même de l'armée scientifique française.

Les multiples aspects du grand problème à résoudre ont été étudiés dans d'innombrables séances de commissions et de sous-commissions, nommées par les Sociétés, les Fédérations et la Confédération. Toute une doctrine est issue de ces travaux. Procédant par ordre d'urgence, on a estimé qu'il fallait avant tout assurer la vie de nos Sociétés scientifiques, de ces foyers d'instruction mutuelle et de discussion féconde, si éminemment favorables à l'éclosion des découvertes.

Avant la Guerre, chaque Société avait son Bulletin, comprenant généralement deux parties distinctes : l'une réservée à l'exposé détaillé des travaux originaux des membres de la Société, et l'autre où se trouvaient plus ou moins complètement résumées, au fur et à mesure qu'elles étaient publiées dans les périodiques similaires, les études exécutées dans le monde entier sur la même discipline, ce qui apportait aux différents chercheurs une documentation préalable, nécessaire pour toute recherche originale, au même titre que le sont les instruments de travail en usage dans les laboratoires.

On voit ainsi que la vie d'une Société scientifique est dans son Bulletin et par son Bulletin. Le Bulletin venant à disparaître ou à péricliter, c'est la Société scientifique qui se meurt ; et, par voie de conséquence, c'est la Science elle-même qui est en danger de mort.

Une telle éventualité, Messieurs, menaçait la Science française. Par suite des nombreux vides faits par la Guerre dans nos rangs, et aussi par suite du renchérissement excessif des prix de toutes choses, nos Bulletins, quand ils ne subissaient pas l'éclipse totale, se réduisaient à des proportions douloureusement infimes, absolument insuffisantes pour la vie scientifique. Et pourquoi ne pas l'avouer ? le découragement pénétrait peu à peu dans nos milieux, d'ordinaire enclins à l'optimisme. Ah ! cela, il fallait l'éviter coûte que coûte. Il fallait maintenir intacte la flamme sacrée. Et ce fut alors notre grand cri d'alarme ! L'appel fut entendu. Il eut bientôt, outre la presse quotidienne, toujours au service des nobles causes, un écho retentissant à la tribune de la Chambre des Députés; dans cette séance historique du 11 juin 1920, où M. Maurice Barrès prononça, aux applaudissements unanimes de l'Assemblée, un admirable discours sur la Recherche scientifique. Désormais la pensée scientifique française était sauve, la Science française était sauve. On vit, en effet, à dater de ce jour, la Chambre et le Sénat, en accord avec M. le Ministre de l'Instruction publique et avec M. le Ministre des Finances, faire assaut de bonne volonté et de zèle, au milieu des pires difficultés budgétaires, pour doter nos Sociétés scientifiques, et aussi, bien entendu, nos laboratoires, des crédits indispensables à la continuation du travail scientifique.

Messieurs, on ne louera jamais assez votre clairvoyant patriotisme. En proclamant l'intérêt supérieur de la Science ; en affirmant, par des actes, qu'en dehors d'une forte armature scientifique il n'y a pour notre pays ni prospérité ni sécurité possibles ; bref, en appliquant résolument ce principe qu'il est des économies ruineuses, comme le seraient celles que le semeur réaliserait sur la semence, vous avez rendu à la Nation un service dont la portée est incalculable.

Ah ! certes, nous sommes encore loin du but. Et nos Bulletins scientifiques et nos laboratoires ne peuvent encore rivaliser que de loin avec ceux que l'Allemagne vaincue conserve et développe si jalousement. Cependant, ce point capital est acquis que les savants français auront désormais la possibilité de publier leurs travaux personnels ; et, d'autre part, toute une bibliographie scientifique française est en pleine réalisation, et nous espérons fermement la voir adopter par les divers peuples latins et slaves, au grand avantage de notre prestige et de notre influence.

Malgré tout, une inquiétude nous reste. Nos Sociétés scientifiques et nos laboratoires, comment les peuplerons-nous ? Pour que l'élan ne s'arrête point, pour que nous reprenions entièrement confiance, il faut que nous soyons assurés de pouvoir transmettre à une génération nouvelle la foi qui nous anime. Recruter et former

(1) Allocution prononcée par M. Charles Moureu, président, au banquet offert, le 28 mars 1922, aux membres du Parlement qui se sont spécialement intéressés aux travaux de la Confédération. Étaient présents : MM. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction publique ; Paul Strauss, Ministre de l'Hygiène ; Painlevé, député, ancien président du Conseil des Ministres ; Doumer, sénateur, ancien Ministre des Finances ; Honnorat, sénateur, ancien Ministre de l'Instruction publique ; les sénateurs Victor Bérard, Goy, Pottevin ; les députés Maurice Barrès, Gaston Deschamps, Viala ; Appell, recteur de l'Université de Paris ; Coville, Directeur de l'Enseignement supérieur ; les présidents des Fédérations : Abraham (Physique), Brunot (Philosophie, Histoire, Philologie, Droit) Mangin (Sciences naturelles) ; les membres de l'Institut : Béhal, Borel, Brillouin, Croiset, Haller, Henneguy, Lacroix, Lindet, Emile Picard, Quénu, Sénart ; de l'Académie de Médecine : Fourneau, Dopter, les doyens de Facultés : Molliard, Roger; MM. Arapu, Emile Deschamps, Fernand Faure, Landrieu, Le Grix, François Maury, Lucien Maury, Perera ; les représentants des Sociétés scientifiques : Blaise, Bridel, de Broglie, Caullery, Cazeneuve, Cayeux, Delacroix, Delépine, Fauré-Frémiet, Gallois, Gros, Guérin, Kestner, Lapicque, Leblanc, Xavier Léon, Marie, Pierre Marcel, Marquis, de Martonne, Mayer, Meillet, Pereire, Schneider, Tiffeneau, Truchy, Wallon.

de jeunes chercheurs est le besoin le plus impérieux de l'heure présente. Nous vous demanderons, messieurs, de nous y aider.

Veuillez me permettre, en terminant, d'ajouter un mot, relatif à un point qui nous tient à cœur. Notre sollicitude pour la Science, notre souci de son avenir pour l'avenir même du pays, est bien loin, en dépit de certaines apparences, de nous porter à souhaiter que l'on délaisse les Lettres et les Arts, qui font tant aimer et admirer la France. N'avons-nous pas d'ailleurs, dans l'ordre des disciplines littéraires, une fédération de philosophes, d'historiens et de philologues, incorporés à notre Confédération ? Mais, pour briller, il faut d'abord exister, nous entendons par là exister réellement ; car, qu'est l'existence sans quelque bien-être, sans l'indépendance, sans la liberté, sans la certitude du lendemain ? Et comment posséder ces bienfaits en dehors des Sciences de la Nature, dont l'étude conduit à mieux connaître et utiliser chaque jour des réserves de forces inépuisables ? De quelque côté qu'on envisage l'avenir, la culture des Sciences s'impose nous ne disons pas exclusivement, mais irrésistiblement. Sous peine de disparaître du rang des grandes nations, la France doit faire à la Science et à ses applications, dans le développement de l'activité nationale, toute la part compatible avec le génie de la race. Solidement appuyé sur la Science, le rayonnement de la pensée française, si nécessaire à la santé morale de l'Humanité, deviendra alors plus puissant qu'il ne le fut jamais.

Messieurs, je m'excuse d'avoir trop longtemps retenu votre attention. Au nom de la Confédération des Sociétés scientifiques françaises, je lève mon verre au Parlement français, protecteur des Sciences. Et j'associerai à ce toast, si l'on veut bien me le permettre, les généreux mécènes qui nous donnent de si précieux encouragements.

Charles MOUREU,

Membre de l'Institut,
Professeur au Collège de France,

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Optique

Quelques applications du microscope. — Le microscope, devenu un des instruments les plus parfaits, est capable de rendre les plus grands services dans les recherches de toute sorte portant sur de fines particules de substance, ou sur la structure des corps hétérogènes. Nous empruntons à une étude de M. H. Leffmann, professeur à l'Ecole de pharmacie de Philadelphie, quelques renseignements intéressants sur les divers modes d'emploi et les applications, parfois assez imprévues, de cet instrument.

Le but essentiel du microscope est, certes, de rendre visible à l'œil humain de petits objets, mais la *définition*, c'est-à-dire la perception claire de forme et de structure est importante à peu près au même degré, et les derniers perfectionnements ont tous été faits dans la direction qui correspond à une amélioration de cette qualité. On y est arrivé, en partie, par une technique de plus en plus soignée de la taille des lentilles, dans le choix et la combinaison des verres, mais surtout en modifiant la nature de la lumière et la manière de s'en servir pour éclairer les objets. La modification la plus simple est celle qui consiste à changer la direction du faisceau de lumière. La méthode habituelle peut être remplacée souvent avec avantage par une direction oblique des rayons, qui fait apparaître des contrastes entre détails invisibles autrement, ou en concentrant la lumière sous forme de cône fortement convergent, ou enfin en éclairant latéralement l'objet, ce qu'on fait dans l'ultra-microscope.

La photographie, du fait que la sensibilité de la plaque à la lumière n'est pas une même fonction de l'intensité que celle de l'œil, permet souvent d'observer des différences de structure qui échappent à l'examen visuel. De nouveaux détails peuvent aussi se manifester en changeant la nature de la lumière éclairante. Enfin, l'observation en lumière polarisée, d'abord utilisée par les seuls minéralogistes, fait voir par l'existence de plages diversement et souvent brillamment colorées, des différences de structure complètement invisibles en lumière naturelle.

Une autre direction suivie par le perfectionnement de la technique opératoire a été d'améliorer ou de modifier la préparation de l'objet à examiner. La méthode des coupes minces, d'abord réservée aux tissus animaux ou végétaux, a été généralisée, vers le milieu du siècle dernier, par Sorby, savant anglais, et étendue à la taille des roches cristallines en lames minces : essais d'où la pétrographie, si importante pour le géologue, devait sortir en tant que science indépendante. Les métaux, cependant, ne se prêtent pas à la taille en lames minces suffisamment transparentes. On a dû imaginer un procédé d'éclairage par réflexion sur la surface métallique polie, puis légèrement attaquée par des réactifs convenables : la métallographie, qui rend maintenant de si grands services aux industriels, n'a fait que s'accroître rapidement, sous l'impulsion de Le Chatelier et de ses élèves.

Nombreuses sont devenues les applications du microscope, et dans les domaines les plus inattendus, les recherches médico-légales notamment : souvent le microscope juge alors en dernier ressort. Tel aliment supposé contenir du verre pilé, manifestait à l'examen microscopique l'existence de cristaux, reconnaissables à leur forme, de phosphate ammoniaco-magnésien, ou de tartrate de potassium. Telle crème glacée soi-disant additionnée de sable, contenait simplement de petits cristaux de sucre de lait. Dans un cas d'empoisonnement par l'anhydride arsénieux (retrouvé dans l'estomac de la victime), l'avocat de l'assassin soutint qu'il s'agissait de poudres homéopathiques. Or, ces poudres sont toujours finement broyées au mortier. Le microscope montra des cristaux intacts, d'où confusion de la défense et condamnation de l'assassin.

En faisant des coupes minces dans du charbon, on a pu mettre en évidence les détails de l'organisation végétale : cellules, vaisseaux, spores, etc...

Une des dernières et des plus intéressantes applications du microscope est la mesure de l'indice de réfraction de fines poussières cristallines, d'où souvent leur identification certaine.

En examinant des particules transparentes immergées dans un liquide d'indice différent, on les voit entourées d'une série d'anneaux noirs et clairs, ces derniers en

général colorés et dont les dimensions dépendent du rapport des indices du solide et du liquide. Si les particules ont au contraire même indice et même dispersion que le liquide qui les baigne, elles deviennent complètement invisibles. En pratique, il est rare que la dispersion soit exactement la même lorsque l'égalité des indices est réalisée, et la visibilité ne disparaît pas entièrement, en général. Mais, tout au moins, les anneaux s'atténuent, puis s'évanouissent, et la mesure de l'indice du liquide correspondant fournit la valeur de l'indice des particules.

Cette méthode a été appliquée récemment pour différencier les divers alcaloïdes communs. On a dû, cela va de soi, choisir des liquides dans lesquels ces corps soient insolubles.

Cette revue rapide montre combien vaste est le champ des applications du microscope. Chaque nouveau perfectionnement s'accompagne d'applications nouvelles et souvent inattendues. Rappelons, à ce sujet, dans un domaine plus théorique, l'emploi de l'ultra-microscope à l'étude des colloïdes et des microbes trop petits pour être visibles par le procédé ordinaire.

L. Brüninghaus.

Aérostation

Un dirigeable à air raréfié. — Si l'on a eu recours à l'hélium pour gonfler les aérostats, malgré son prix très élevé et sa médiocre force ascensionnelle, c'est qu'il a sur l'hydrogène et le gaz d'éclairage l'avantage capital d'être ininflammable et de supprimer, par conséquent, la principale cause de danger de la navigation aérienne par le « plus léger que l'air ».

Cependant, il existe un moyen de rendre, sans risque d'explosion, un ballon plus léger encore que s'il était rempli d'hydrogène pur : c'est de n'y mettre rien du tout, ou, plus exactement, d'en extraire l'air par une pompe à vide, — à la condition que ses parois soient suffisamment rigides pour résister à la pression atmosphérique.

L'idée n'est pas nouvelle. Elle est même antérieure à l'invention des frères Montgolfier. Le jésuite Pierre de Lana, dans son *Prodomo dell'arte maestra*, publié à Brescia en 1670, décrit une barque volante suspendue à quatre globes métalliques dont il suffirait de pomper l'air pour les rendre plus légers qu'un égal volume de l'atmosphère ambiante. Bien entendu, il ne s'agissait là que d'un projet, qui ne reçut pas même un commencement d'exécution, et qui eût d'ailleurs piteusement échoué, si l'on en avait tenté l'essai ; car, rien n'équilibrant la pression extérieure, les globes, faits de tôle légère, auraient été écrasés.

Cet écrasement fut évité, dans les montgolfières, en raréfiant l'air par la chaleur qui le dilatait et lui communiquait une force expansive équilibrant la pression atmosphérique. Malheureusement, la force ascensionnelle ainsi réalisée restait minime, à moins de pousser l'échauffement à un degré difficilement compatible avec la construction habituelle des aérostats.

La difficulté n'est pourtant pas insurmontable, comme en témoigne la solution imaginée par un ingénieur italien, M. Vaugean. Son aéronef est constitué par trois chambres concentriques, la paroi extérieure étant en toile armée d'un treillis en fil d'acier, et les deux autres en duralumin, le tout maintenu rigide par une robuste armature. L'air est raréfié progressivement, de l'extérieur vers l'intérieur, de telle sorte que chaque paroi supporte seulement la pression résultant de la différence de raréfaction entre les deux chambres qu'elle sépare. En outre, cet air raréfié est échauffé par le gaz d'échappement des moteurs, qui actionnent des pompes rotatives susceptibles d'agir comme aspirateurs ou comme compresseurs, suivant le sens de leur mouvement. Le ballon de Vaugean procède donc, à la fois, du principe suggéré jadis par de Lana et de celui des Montgolfier.

L'ascension est réalisée par les aspirateurs qui chassent l'air extérieur et lui substituent un air raréfié et chaud. Pour descendre, les pompes-turbines agissent en sens inverse et amènent dans les enveloppes l'air extérieur, plus dense et plus froid. A l'atterrissage, on peut pousser davantage la compression de l'air, de telle sorte que le dirigeable repose sur le sol de tout son poids de 40.000 kilos, augmenté de celui de l'air comprimé. Dans ces conditions, les commissions techniques chargées d'étudier le nouveau vaisseau aérien estiment qu'il n'aura besoin ni de hangars ni de mâts d'amarrage, et l'on sait que la plupart des accidents de zeppelins — déchirures ou incendies — se sont produits à leur sortie ou à leur entrée dans les hangars. La catastrophe du *R*-38 est due au fléchissement de l'armature : cette cause de faiblesse est évitée, dans l'appareil Vaugean, par un cloisonnement horizontal assurant une résistance éprouvée aux flexions qui tendent à se manifester, quand l'énorme masse, effectuant un virage en vitesse, met toute sa barre.

Il va sans dire que la solution imaginée par M. Vaugean dispense d'emporter du lest, puisque c'est la raréfaction de l'air qui crée la force ascensionnelle, et sa compression qui provoque la descente. La suppression du lest se traduit par une notable augmentation de la charge utile. L'aéronef, qui a 120 mètres de longueur, 33 mètres de largeur et autant de hauteur, peut porter 23 hommes d'équipage, 90 passagers et du combustible (essence ou pétrole lourd) pour 18 heures de marche. Quant à la vitesse, elle serait, à proximité du sol, de 120 kilomètres à l'heure, et, à 6.000 mètres d'altitude, dépasserait 300 kilomètres. Si les essais de l'engin actuellement en construction confirment ces prévisions, il y aurait là mieux qu'un simple perfectionnement : ce serait, peut-être, une véritable révolution dans la navigation aérienne.

E. C.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 3 avril, M. le président Bertin a fait part de la mort de M. le professeur Ph.-A. Guye, de Genève, correspondant de la section de Chimie. M. Haller a lu une notice sur les travaux du savant, qui avait été un des élèves de Friedel au laboratoire de la rue Michelet.

— M. René Baire, de Dijon, a été nommé correspondant de géométrie dans la séance du 4 avril, par 31 suffrages sur 45 votants contre 10 à M. E. Fabry, de Montpellier, 3 à M. J. Le Roux et 1 à M. Einstein. Il s'agissait de remplacer M. Nœther, d'Erlangen.

— M. Widal est réélu membre de la commission des maladies professionnelles.

Académie d'Agriculture. — M. Henry Girard, agriculteur à Bertrandfosse (Oise), est nommé membre de la section de grande culture.

Union géodésique et géophysique internationale. — La première Assemblée générale de l'Union se tiendra à Rome, du 2 au 10 mai prochain, dans le Palais de l'Académie des Lincei, sous la présidence de M. Ch. Lallemand, membre de l'Institut de France.

Au cours de cette Conférence, à laquelle prendront part les quatre sections déjà constituées et relatives, la première à la Géodésie, la deuxième à la Météorologie, la troisième à l'Electricité atmosphérique et au magnétisme terrestre, et la quatrième à l'Océanographie physique, on doit organiser deux nouvelles sections consacrées, l'une à la Sismologie, l'autre à la Vulcanologie.

Conférence internationale de Gênes. — Dans la liste des experts français à la Conférence internationale de Gênes, nous relevons les noms de M. Carrier, directeur des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture, Professeur à l'Institut national agronomique, et de M. Souchon, Professeur à la Faculté de Droit de Paris et Maître de Conférences à l'Institut national agronomique.

Dans la liste des experts du Gouvernement canadien, nous relevons le nom de M. Edouard Montpetit, Docteur en droit, ancien élève de l'Ecole des Sciences politiques de Paris, Secrétaire général de l'Université de Montréal et Directeur de l'Ecole des Sciences pratiques de cette Université.

Institut Solvay de Bruxelles. — Une réunion internationale de chimistes et physico-chimistes aura lieu, à l'Institut Solvay, du 21 au 27 avril, sous la présidence de sir William Pope, professeur à l'Université de Cambridge. D'importantes questions sont à l'ordre du jour, notamment celle des Isotopes, de la mobilité chimique, de la Théorie électronique de la valence, de la relation entre la configuration chimique et la structure cristallographique, etc... Chacune de ces questions fera l'objet d'un rapport spécial qui servira de base aux discussions.

Société française de Physique. — L'Exposition annuelle de Pâques s'est tenue du mercredi 19 au vendredi 21 avril, dans les salles de l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes.

Des conférences ont eu lieu : l'une a été faite par Sir Rutherford, l'éminent savant anglais qui a apporté une contribution si importante à nos connaissances sur les phénomènes de la radio-activité ; l'autre, par M. Pierre Weiss, sur les recherches organisées à l'Institut de Physique de l'Université de Strasbourg, dont il est le directeur.

Enfin, une visite à la puissante station de T.S.F. de Sainte-Assise (Seine-et-Marne) a été organisée dans l'après-midi du vendredi 21 avril.

Congrès de la chimie industrielle. — Le deuxième Congrès, organisé par la Société de Chimie industrielle, se tiendra, cette année, à Marseille, du 2 au 7 juillet, dans les locaux des Instituts techniques.

Parmi les questions générales qui seront étudiées, figureront celles des ressources minérales, végétales et animales de nos colonies.

Pour renseignements, s'adresser à l'Union internationale de la Chimie pure et appliquée, 49, rue des Mathurins, Paris, 8e.

Congrès national des Pêches maritimes. — Le VIIe Congrès se tiendra à Marseille en octobre 1922. M. Joubin y représentera l'Académie des Sciences.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — L'Association des étudiants publie une Revue des Sciences sous le patronage d'un comité composé de MM. Appell, recteur ; Bochet, directeur de l'Ecole Centrale ; le prince Bonaparte, de l'Institut ; Breton, ancien ministre, de l'Institut ; Eyrolles, directeur de l'Ecole des travaux publics ; Janet, directeur de l'Ecole supérieure d'électricité ; Langevin et Matignon, professeurs au Collège de France ; Molliard, Doyen de la Faculté des Sciences ; Ch. Richet, de l'Institut ; le colonel Roche, directeur de l'Ecole d'aéronautique ; G. Wery, directeur de l'Institut agronomique. Dans son supplément, cette publication donne les conférences faites à l'Association (MM. Guillaume, Lecomte, Langevin, Urbain).

Faculté de pharmacie. — M. Fayolle, directeur du laboratoire d'essais, est nommé membre de la commission du Codex.

Muséum d'histoire naturelle. — M. R. Verneau, professeur, commencera son cours d'Anthropologie (Etude des races nègres), le mardi 25 avril 1922, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon, et le continuera les samedis et mardis à la même heure.

Pendant la durée du cours, des Conférences auront lieu les jeudis, à 3 heures, au Laboratoire d'Anthropologie, 61, rue de Buffon. Elles seront consacrées à l'Etude comparative des caractères de l'Homme et des autres Primates.

Collège de France. — M. Mayer, professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg, est nommé à la chaire d'histoire naturelle des corps organisés, en remplacement de M. François Franck, décédé.

Ecole supérieure des Mines. — Le diplôme d'ingénieur civil des Mines est accordé à 81 élèves français et à 4 élèves étrangers. Le major est M. Vacheron.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — M. Léon Drouin, ingénieur des arts et manufactures, est nommé vice-président du Conseil.

Ecole de pyrotechnie. — Un concours aura lieu le 25 avril pour l'emploi de chimiste à l'Ecole de Bourges. S'inscrire avant le 15 avril à la section technique, place Saint-Thomas-d'Aquin, à Paris.

Ecole supérieure des Postes et Télégraphes (1). — Un concours sera ouvert à Paris, le 17 octobre prochain, pour l'admission à cette Ecole de dix élèves-ingénieurs. Le programme correspond sensiblement à celui des deux licences ès-sciences et au programme d'examen de sortie de l'Ecole Polytechnique.

Pour renseignements, s'adresser à la Direction, 20, rue Las-Cases, Paris, 7e.

Université de Grenoble. — *Faculté des Sciences.* — L'Institut électrotechnique commencera ses cours, conférences et travaux pratiques le vendredi 3 novembre 1922. (Consulter les programmes officiels publiés chez Vuibert, éditeur, à Paris.)

L'Ecole française de papeterie, annexée à l'Institut électrotechnique, ouvrira vers la même époque à une date qui sera fixée ultérieurement.

Ecoles nationales d'agriculture. — M. Chassant, professeur à l'Ecole de Montpellier, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

R. L.

(1) Cet avis annule celui qui a paru dans le n° 7 du 8 avril 1922 (page 238) sous le titre : « Ecole supérieure d'électricité. »

NÉCROLOGIE

L'anatomiste Louis Ranvier. — Louis Ranvier, membre de l'Académie des Sciences (Section d'Anatomie et de Zoologie), est mort le 22 mars dernier, à Vendranges (Loire).

Nous donnons ci-dessous la notice nécrologique lue par M. Henneguy, dans la séance du 27 mars 1922 :

« Né à Lyon, le 2 octobre 1835, Louis-Antoine Ranvier, tout en poursuivant des études médicales, fut de bonne heure attiré vers les recherches de science pure et se consacra à l'Histologie et à l'Anatomie pathologique.

L'Histologie, vers 1860, sous l'influence des travaux de Leydid, Kölliker, Max Schultze, venait de faire à l'étranger de réels progrès. Elle n'était représentée chez nous que par Charles Robin qui, disciple intellectuel de Schwann, professait des idées en opposition avec celles de la jeune école allemande. Ranvier, encore jeune étudiant, comprit que la France, patrie de Bichat, fondateur de l'Anatomie générale, ne pouvait se laisser devancer par les nations étrangères ; il eut la noble ambition de contribuer par ses propres recherches à étendre nos connaissances sur la structure intime des tissus des organismes. Avec l'aide de son camarade d'internat, Cornil, il installa, rue Christine, à Paris, un petit laboratoire privé, dans lequel les deux collaborateurs, tout en préparant leur *Traité d'Anatomie pathologique*, qui devait rapidement devenir classique, enseignaient aux étudiants en Médecine les principes de l'Histologie.

Les premiers travaux de Ranvier attirèrent l'attention de Claude Bernard, qui, en 1867, le prit comme préparateur de son cours au Collège de France, puis lui confia la direction d'un laboratoire d'Histologie de l'Ecole pratique des Hautes Etudes, rattaché à sa chaire, et obtenait, en 1875, des pouvoirs publics, la création pour son collaborateur d'une chaire d'anatomie générale dans ce même établissement.

C'est au Collège de France que, pendant plus de 30 années, Ranvier travailla avec une ardeur inlassable et fit toutes les belles découvertes qui ont illustré son nom. En 1886, il entrait à l'Académie de Médecine, et, l'année suivante, notre Compagnie l'appelait à remplacer Ch. Robin dans la section d'Anatomie et de Zoologie. Il était déjà, à cette époque, correspondant et membre honoraire de nombreuses Sociétés et Académies étrangères et docteur *honoris causa* de l'Université de Würzbourg.

Il est difficile de résumer l'œuvre de notre confrère : elle comprend tout le domaine de l'histologie. Il n'est pas de système de tissus qu'il n'ait étudié en soumettant ses observations à toute la rigueur de la méthode expérimentale qu'il tenait de son maître Claude Bernard. Doué d'une dextérité manuelle des plus remarquables, en employant des procédés de dissociation aussi simples qu'élégants, imaginés par lui, et des modes de coloration nouveaux, permettant de différencier les éléments des tissus, il a pu trouver un très grand nombre de faits nouveaux des plus importants, que n'ont pu que confirmer, à l'aide de méthodes plus compliquées, les histologistes qui, après lui, ont étudié les mêmes objets. A l'habileté du technicien il joignait l'ingéniosité de l'expérimentateur. Ranvier ne se contenta pas, en effet, de décrire et figurer la structure des tissus et de leurs éléments, comme l'avaient fait ses prédécesseurs, il voulut connaître le fonctionnement de ces tissus et des cellules. Il a créé, selon l'expression de Claude Bernard, l'histologie expérimentale, ébauchée par Bichat. C'est en cela surtout que son œuvre se distingue de celle des histologistes allemands, ses contemporains.

Dans ses magistrales leçons, professées au Collège de France et publiées par ses élèves, sur le *Système musculaire*, sur le *Système nerveux*, sur les *Appareils nerveux terminaux des muscles de la vie organique*, la physiologie tient une aussi large place que l'histologie proprement dite.

Les faits nouveaux dont le savant professeur du Collège de France a enrichi la Science sont trop nombreux pour qu'on puisse seulement les énumérer. Je me bornerai à signaler les principaux. Dans le domaine du système nerveux, la découverte des étranglements annulaires lui a permis de montrer que la gaine de Schwann des fibres à myéline est constituée par une série de cellules placées bout à bout. Il établit les caractères distinctifs des fibres nerveuses sans myéline et des fibres conjonctives. Ses recherches sur la régénération des terminaisons nerveuses dans la cornée et les épithélium l'ont amené à admettre que la croissance des fibres nerveuses a lieu par bourgeonnement. Dans le système musculaire, il distingua les muscles rouges à contraction plus ou moins lente des muscles pâles qui se contractent plus rapidement, et il étudia avec soin le mode de vascularisation et d'innervation de ces muscles. Pour le tissu conjonctif, dont la constitution avait donné lieu à de nombreuses controverses, il a montré que les cellules, qu'on voit si nettement dans le tissu lâche, se retrouve dans ce qu'il a appelé le *tissu conjonctif modelé*, les ligaments et les tendons. Il convient enfin de rappeler ses recherches sur le développement et la constitution du système osseux, sur la structure de la peau et des corpuscules du tact, sur la rétine, sur le sang et le développement des vaisseaux, sur les glandes muqueuses et le mécanisme de leur secrétion. Toutes ces découvertes forment un ensemble considérable et se trouvent résumées dans son célèbre *Traité technique d'Histologie*, ouvrage absolument original, qui fut traduit en plusieurs langues, et qui est encore aujourd'hui entre les mains de tous les histologistes.

Ranvier n'a pas été un travailleur solitaire. Sa réputation mondiale attirait à son laboratoire de nombreux élèves et des savants étrangers qui venaient s'initier à ses méthodes ou entreprendre des recherches sous sa direction et celle de son dévoué collaborateur Malassez. Il était le chef incontesté de l'Ecole histologique française, et tous les maîtres actuels de la médecine, de la physiologie, de l'anatomie pathologique, comme de l'histologie, peuvent revendiquer l'honneur d'avoir été ses disciples.

Après une vie de labeur incessant, bien que jouissant encore de toutes ses facultés physiques et intellectuelles, notre confrère pensa qu'il avait droit à un repos bien mérité. Il abandonna son enseignement du Collège de France et se retira dans sa belle propriété de Thélys, non loin de Roanne, où, comme Cincinnatus, il se consacra aux travaux champêtres. C'est là qu'il vient de s'éteindre dans sa quatre-vingt-huitième année. Depuis vingt ans, il avait cessé d'assister à nos séances et beaucoup d'entre nous ne l'ont pas connu. Mais ceux qui, comme moi, ont eu la bonne fortune d'être son élève, son collègue et son ami, et de pou-

voir apprécier les qualités de l'homme privé en même temps que la grande valeur du savant conserveront de lui un souvenir ému et reconnaissant.

L'œuvre de Ranvier est impérissable, et ses travaux demeureront un titre de gloire pour notre pays.

HENNEGUY,
Membre de l'Institut,
Professeur au Collège de France.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 27 mars 1922

ALGÈBRE. — *Paul Montel.* **Sur un théorème d'Algèbre.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Goursat.* **Sur une théorie classique de Cauchy.**

— *Georges Giraud.* **Sur les équations non linéaires aux dérivées partielles du second ordre du type elliptique.**

— *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). **Sur la loi de Gauss dans la théorie des erreurs.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les espaces conformes généralisés et l'Univers optique.**

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE. — *Ch. Lallemand.* **Sur le salaire parabolique.**

Sous ce nom, M. Lallemand désigne le mode de salaire adopté dans son service du « Nivellement général de la France », où il est tenu compte de la durée du travail et du rendement. La formule obtenue a été traduite en une abaque dont l'interprétation, mise à la portée des ouvriers, a stimulé leur ardeur. Le salaire des portemires qui, en 1884, réglé à la journée, ne dépassait pas 6 fr. 30 en moyenne, s'est élevé à 12 fr. 25 en 1888, pendant que, simultanément, le prix de revient kilométrique des nivellements de premier ordre s'abaissait, de 40 fr. en 1884, à 33 fr. en 1888.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *André Planiol* (prés. par M. G. Kœnigs). **Etude des pertes par frottement dans les moteurs à combustion interne.**

Par le contrôle expérimental au moyen des trois procédés suivants : 1° Mesure du rendement organique à l'indicateur et au frein de Prony ; 2° entraînement du moteur, tournant à vide, par différentes machines électriques étalonnées ; 3° mesure directe des résistances passives par la méthode cinétique due au professeur Witz, amenée au plus haut degré possible de précision, l'auteur a reconnu que la formule $C_f = a + bH$ où H représente la pression moyenne du diagramme, suffit à faire connaître la valeur C_f du rendement organique des machines à combustion, sans avoir recours à l'indicateur.

TOPOGRAPHIE. — *H. Roussilhe* (prés. par M. Ch. Lallemand) **Sur les applications de la photographie aérienne et de l'appareil de photorestitution.**

Les clichés pris en avion peuvent servir à établir une carte précise en effectuant un redressement photographique à l'aide d'un appareil spécial et en transformant ensuite ce redressement (perspective conique) en plan (projection orthogonale) par l'intermédiaire des corrections de relief. L'auteur montre comment sont résolues les difficultés d'application de cette méthode, qui constitue le seul procédé précis et pratique pour le contrôle des enregistreurs de direction et d'altitude en avion, l'étude de la stabilité de vol, celle des appareils de lancement de bombes, etc.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *H. Chaumat.* **Sur un nouveau wattmètre.**

Dans ce dispositif, le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits du wattmètre est nul à toutes charges et la déviation est proportionnelle à la puissance jusqu'à des angles de près de 360°. L'intervention de l'opérateur se borne à faire tourner des pièces massives bien centrées, sans produire des oscillations et sans agir sur les points d'attache des ressorts.

MINÉRALOGIE. — *Alfred Schoep.* **Sur la stasite, un minéral nouveau, dimorphe de la dewindtite.**

On trouve ce minéral dans la chalcolite de Kasolo, en quantité suffisante pour le séparer des minéraux étrangers dans un état de pureté supérieur à celui de la dewindtite. Il diffère de la dewindtite par sa couleur jaune sale, par sa densité 5,03, par sa forme cristalline et enfin par sa radioactivité qui est moindre.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Le Chatelier.* **Sur la fabrication de la soude à l'ammoniaque.**

L'auteur, en employant le diagramme carré qu'il a indiqué, il y a trente ans (*C. R. Acad.*, t. 118, p. 415, 1894), calcule le rendement théorique de l'opération, c'est-à-dire la proportion de NaCl transformable en CO^3NaH pour une concentration donnée. Les valeurs du rendement pour des mélanges de composition initiale connue ont été reproduites graphiquement. Le rendement maximum correspond au sommet d'un angle très aigu, de telle sorte que, pour de légers changements de composition, le rendement diminue rapidement. Il serait donc d'une grande importance de régler la composition des mélanges. En faisant dissoudre 1 molécule du mélange optimum (0,525 Cl Na 0,475 $CO^3H\,NH^4$) dans 76 gr. d'eau, on obtient la quantité théorique. Ainsi les données de la solubilité permettent d'apporter des précisions inconnues jusqu'ici. De nouvelles expériences vont être entreprises en vue de préciser les conditions de ces équilibres qui intéressent l'industrie.

— *O. Liévin* (prés par M. H. Le Chatelier). **Etude cinétique des solutions alcalines d'iode.**

M. Péchard a étudié les deux réactions donnant l'hypoiodite et l'iodate. L'auteur montre que le mécanisme de l'action de l'iode sur l'alcali varie avec la concentration de ce dernier. Un excès d'alcali accélère la formation d'iodate, tandis que l'addition d'iodure la retarde. La concentration en iodate est sans influence.

— *E. Toporescu* (prés. par M. Le Chatelier). **Sur la préparation du bicarbonate de sodium.**

L'auteur détermine à différentes températures, par dosages, les équilibres des quatre sels en présence de leurs solutions saturées. Ces résultats, pour la température de 15°, sont présentés avec le diagramme carré de M. H. Le Chatelier. Ce diagramme permet de donner la composition des solutions laissant déposer le bicarbonate de soude pur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Mailhe* (prés. par M. Sabatier). **Sur la décomposition catalytique de l'acide oléique.**

Les vapeurs, en contact des boulettes cuivre-alumine à 600°, donnent des carbures qui, hydrogénés avec le nickel, produisent des carbures saturés bouillant de 60° à 300° : hexane, benzène, toluène, heptane, metaxylène, c'est-à-dire un mélange de carbures aliphatiques et de carbures cycliques.

A. RIGAUT.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Charles Richet, Eudoxie Bachrach* et *Henry Cardot.* **Etudes sur la fermentation lactique. Le souvenir chez les microbes.**

Lorsqu'une intoxication même très légère et de

courte durée, a touché un microbe, sa descendance s'en souvient longtemps après, quoiqu'elle soit depuis longtemps revenue en apparence à l'état tout à fait normal, au *Statu quo ante*. Tel est le cas du ferment lactique à l'égard de l'arsenic. Si l'on intoxique le ferment non plus par un seul poison, mais par trois poisons à la fois, et même si cette intoxication ne dure qu'un temps très court (24 heures), le ferment garde, après des ensemencements successifs pendant une semaine et peut-être, pendant plus longtemps, le souvenir de chacun de ces trois poisons.

Il en résulte que lorsque deux cultures de microbes, de même espèce, ont vécu, même très peu de temps, dans des milieux même très peu différents, elles sont différentes l'une de l'autre.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). **Hérédité anormale de la couleur des embryons d'une variété de Pois** (*Pisum sativum L.*).

Certaines lignées de *Pisum sativum* présentent comme les *Hordeum* et les Lins des irrégularités frappantes dans la transmission des caractères discontinus. Il faut faire un triage sévère des lignées pour vérifier rigoureusement les lois de M. Mendel ; elles seules constituent les véritables *variétés régressives* utilisables comme réactifs pour l'analyse mendélienne de la descendance. Les lignées irrégulières fournissent d'autre part des réactifs sensibles à l'action du climat, de l'âge et, d'une façon générale, des conditions particulières de nutrition. Il est intéressant de posséder une lignée du *Pisum sativum* sensible quant à la coloration des embryons, qui permet des dénombrements rapides et le gain d'une année de culture à cause des phénomènes de xénie.

BOTANIQUE. — *H. Ricome* (prés. par M. Gaston Bonnier) **Sur l'élongation des racines.**

Il suffit de gêner la multiplication cellulaire en détruisant les cellules les plus actives pour constater que l'effet de la pesanteur sur l'élongation est la même que dans la tige et non inverse comme on le croyait.

L'auteur a déjà établi expérimentalement que la région des divisions cellulaires de la tige réagit en se dirigeant vers le bas. Ainsi se trouve complétée la démonstration expérimentale de l'effet inverse de l'action de la pesanteur sur les zones en état de division et en état d'élongation, effet dont le résultat le plus frappant est l'orientation de la racine vers le bas et l'orientation de la tige vers le haut.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marin Molliard* (prés. par M. G. Bonnier). **Sur une nouvelle fermentation acide produite par le *Sterigmatocystis Nigra*.**

Cette Mucédinée est capable, dans certaines conditions, de transformer en acide citrique une partie du sucre mis à sa disposition. De plus, on observe fréquemment que les quantités d'acide citrique et d'acide oxalique libres produits se montrent nettement inférieures à celles qui correspondent à l'acidité libre présentée par le milieu de culture ; il faut donc admettre qu'il existe au moins une autre substance acide s'ajoutant aux deux précédentes. L'auteur est parvenu à déterminer sa nature. Il s'agit d'un acide ne cristallisant pas, mais restant sirupeux, et qu'il identifie à l'acide monobasique *d* — glucosique. Cet acide constitue à son tour un aliment pour le *St. nigra* et peut subir une oxydation totale au même titre d'ailleurs que l'acide citrique et l'acide oxalique, quand on fournit au milieu de culture tous les éléments nécessaires au développement normal du Champignon.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. Bouvier). **Sur un nouveau Poisson aveugle des eaux douces de l'Afrique occidentale.**

Il s'agit d'un genre nouveau de la famille des Synbranchidés, auquel l'auteur donne le nom de *Typhlosynbranchus*, c'est-à-dire Synbranche aveugle. Il faut sans doute chercher dans ses habitudes limicoles l'origine de la cécité de ce *Typh. Boueti*, qui doit passer dans la vase, c'est-à-dire dans un milieu quasi opaque, une grande partie de son existence et qui, en outre, ne sort peut-être que la nuit à la recherche de sa nourriture.

BIOLOGIE. — *A. Lécaillon* (prés. par M. Henneguy). **Sur les caractères d'un hybride mâle provenant de l'union d'un Canard Pilet mâle (*Dafila acuta* L.) et d'un Canard sauvage femelle (*Anas Boschas* L.).**

L'hybride mâle qui fait l'objet de cette Note ressemble davantage, par certains caractères, soit à l'un, soit à l'autre des mâles des deux espèces desquelles il dérive. Mais on doit noter qu'à d'autres points de vue il est plus ou moins intermédiaire entre ces deux animaux. Ces conclusions sont tout à fait analogues à celles auxquelles l'auteur s'est trouvé conduit par l'étude d'un hybride mâle de Canard musqué et d'Oie d'Egypte. Ces deux cas se rapportent à la catégorie des hybrides chez lesquels les produits directs de l'union des deux parents d'espèces différentes présentent des caractères du parent mâle, des caractères du parent femelle et des caractères nouveaux plus ou moins intermédiaires à ceux des deux espèces souches.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Paul Cristol* (prés. par M. Widal.) **Zinc et cancer.**

Les résultats obtenus par l'auteur semblent montrer que la teneur élevée en zinc des tissus cancéreux est fonction de la prolifération et de l'activité cellulaire et nucléaire.

HISTOLOGIE COMPARÉE. — *Jacques Mawas* (prés. par M. Henneguy). **Sur le tissu lymphoïde de l'intestin moyen des Myxinoïdes et sur sa signification morphologique.**

Il existe, dans l'intérieur de la paroi intestinale des Myxinoïdes, un système de réseau lymphoïde à larges mailles, ordonné par rapport aux vaisseaux sanguins.

Quelle que soit la région envisagée, on ne trouve dans ce tissu qu'une seule espèce de cellule lymphoïde, avec des formes dégénératives ou évolutives, ressemblant au grand mononucléaire des Vertébrés. Ces cellules, fréquemment en karyokinèse, ne semblent jouer aucun rôle dans la formation des globules rouges.

Ce réseau hémo-lymphatique intra-intestinal serait une rate interstitielle, diffuse dans la paroi intestinale. Les Myxines nous offrent le type idéal de la rate schématique : du tissu lymphoïde, autour des capillaires veineux, appartenant au système porte.

MÉDECINE. — *Georges Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval) **Traitement de la contracture par l'excitation électrique des muscles non contracturés dans les lésions du faisceau pyramidal et dans la contracture secondaire à la paralysie faciale périphérique. Evolution de la chronaxie au cours du traitement.**

L'excitation électrique, bien localisée, des muscles *non contracturés*, à *chronaxie normale ou augmentée*, constitue un excellent traitement de la contracture d'origine centrale des lésions du faisceau pyramidal, comme l'avait vu Duchenne de Boulogne.

C'est le traitement de choix, sinon le seul efficace, de la contracture secondaire à la paralysie faciale périphérique.

Les résultats de ces traitements s'accusent non seulement cliniquement, mais aussi par la tendance au retour à l'équilibre normal des chronaxies.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *A. Navarro-Martin* (prés. par M. Roux). **Action préventive et curative dans la syphilis du dérivé acétylé de l'acide oxyaminophénylarsinique (sel de soude).**

Le dérivé acétylé de l'acide oxyaminophénylarsinique (*sel de soude*) est un médicament qui, administré par la bouche, prévient la syphilis et provoque la cicatrisation rapide des manifestions syphilitiques, tant chez l'animal que chez l'homme ; mais il est encore trop tôt pour savoir si ce mode de traitement amène une guérison définitive de la maladie. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 3 avril 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *N.-E. Nörlund.* **Sur la formule d'interpolation de Stirling.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). **Surfaces isothermiques à représentation sphérique isotherme.**

GÉOMÉTRIE. — *J. Le Roux* (prés. par M. G. Kœnigs). **La courbure de l'espace.**

CALCUL MÉCANIQUE. — *Stanislas Millot* (prés. par M. d'Ocagne). **Sur les balances à calcul.**

MÉCANIQUE. — *Georges Rémoundos.* **Sur les déformations planes et le problème de la poussée des terres.**

— *Frontard* (prés. par M. Mesnager). **Loi de la hauteur dangereuse des talus argileux.**

ASTRONOMIE. — *Jean Mascart* (prés. par M. B. Baillaud). **Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922 faites à l'Observatoire de Lyon (Saint-Genis-Laval).**

Les instruments de l'Observatoire ont servi pour ces observations auxquelles ont participé tout le personnel. 80 mesures de la corde commune et de l'angle de position ont été effectuées à l'équatorial Brünner.

— *Ernest Esclangon* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de l'éclipse de Soleil du 28 mars 1922, à l'Observatoire de Strasbourg.**

L'état du ciel n'a pas été favorable ; cependant, la fin de l'éclipse a pu être observée correctement à l'équatorial de 50 cm. Le dernier contact s'est produit un peu plus tôt que l'heure prévue dans « la Connaissance des Temps ».

— *Th. Moreux* (prés. par M. B. Baillaud). **Observations de l'éclipse de Soleil du 28 mars 1922.**

A l'Observatoire de Bourges, le premier contact s'est produit avec un retard de 6 secondes environ par rapport à l'heure annoncée par « la Connaissance des Temps ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* **Sur la détermination du diamètre des étoiles par la méthode interférentielle.**

Les franges d'Young, observées au foyer d'une lunette dont l'objectif est recouvert d'un écran, dans lequel sont ménagées deux fentes parallèles, disparaissent lorsque la distance des fentes grandit jusqu'à une valeur l, en relation avec le diamètre ε de l'astre visé. Les valeurs ainsi obtenues pour ε varient avec l'absorption de l'atmosphère entourant l'astre considéré. Dans le cas du Soleil, le diamètre ε', calculé sans tenir compte des variations d'éclat du centre au disque, deviendrait les 91 centièmes du diamètre ε calculé en tenant compte de ces variations.

— *A. Perot* (prés. par M. H. Deslandres). **Mesure de la pression dans l'atmosphère du Soleil.**

Ces mesures ont été effectuées en observant 5 raies du fer, dont les longueurs d'onde exprimées en unité angström sont 4219,5 ; 4227,6 ; 4233,8 ; 4236,1 ; 4294,3 et en déterminant la variation relative des longueurs d'onde prises deux à deux, la pression étant comprise entre 76 cm. et 4 cm. de mercure. Les mesures dans le spectre solaire et dans un spectre terrestre à la pression atmosphérique ont donné 38 cm. pour la pression dans le Soleil. Ce résultat confirme celui précédemment annoncé par MM. Fabry et Buisson d'une part et M. Salet d'autre part.

PHYSIQUE. — *G. Bruhat* et *A Delaygue* (prés. par M. J. Violle). **Détermination du point d'inversion supérieur de la chaleur spécifique de la vapeur saturée de benzine**

Les auteurs ont mis en évidence, par l'observation directe dans un tube maintenu à une température constante, l'existence de ce point d'inversion à une température comprise entre 252° et 267°. Le brouillard étant plus facile à observer par compression que par détente, on a admis la valeur de 258° C. pour la température d'inversion.

— *Maurice de Broglie* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les spectres corpusculaires des éléments.**

Avec un appareil nouveau, permettant une dispersion plus considérable des spectres corpusculaires enregistrés, le diamètre maximum des trajectoires circulaires, suivies par les corpuscules dans un champ magnétique, peut atteindre 26 cm. Les spectres corpusculaires ont été excités par un tube Coolidge à anticathode de tungstène. On a vérifié en outre, en interposant un écran mince d'or ou d'argent, que le voile de la plaque était dû à des rayons β, animés de vitesses variant d'une façon continue.

ÉLECTRICITÉ. — *C. Gutton* (prés. par M. G. Ferrié). **Sur l'entretien simultané d'un circuit oscillant et de circuits harmoniques.**

Dans une lampe à trois électrodes, les variations pendulaires du potentiel de la grille ne déterminent pas des variations pendulaires de l'intensité du courant dans le circuit de plaque ; cela tient à la forme courbe des caractéristiques de la lampe. Il existe donc, dans le circuit de plaque, des harmoniques de la période du potentiel de la grille. Chacune de ces harmoniques peut être entretenue, si on dispose d'un circuit accordé dans le circuit de plaque. Ainsi, une même lampe peut fournir avec intensité des oscillations dont les fréquences sont dans un rapport connu et permettra d'appliquer ainsi les méthodes d'étalonnage imaginées par M. Abraham et M. Mercier.

ANALYSE SPECTRALE. — *Charles Moureu* et *Adolphe Lepape.* **Dosage du krypton et du xénon en valeurs absolues par spectrophotométrie.**

L'examen spectrophotométrique de mélanges d'argon pur avec du krypton pur, ou du xénon pur, permet de déterminer les proportions de ces gaz existant dans un mélange donné. Les auteurs ont préparé des solutions où ces gaz entrent dans des proportions bien connues et ont recherché les limites de dilution permettant d'apprécier convenablement l'intensité des raies fournies par le krypton ($\lambda = 5870{,}91$) et le xénon ($\lambda = 4671{,}22$). Ils ont aussi déterminé l'influence de la pression. Ainsi, il devient possible de tracer les courbes d'étalonnage du dispositif spectrophotométrique, comprenant un tube de Plücker, une bobine de Ruhmkorff avec sa source d'alimentation et enfin le spectroscope. Il suffit alors de disposer de quelques centimètres cubes de gaz naturel pour arriver à mesurer la teneur en krypton à 10 p. 100 près et celle du xénon à 20 p. 100. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). **Sur l'hydrolyse des sels roséo-cobaltiques.**

L'auteur, par des mesures de force électromotrice avec une électrode d'oxygène à fil de platine, a pu faire l'étude quantitative de l'hydrolyse, sous l'influence de la baryte, et il a montré comment les ions OH transforment les sels roséo en sels hydroxo ; il a déterminé la constante d'équilibre.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Wahl, G. Normand* et *G. Vermeylen* (prés. par M. Haller). **Sur les monochlortoluènes.**

La chloruration du noyau donne des mélanges des dérivés ortho et para dans des proportions qui varient avec les catalyseurs. Pour les analyser, les auteurs ont mis en présence des produits purs et donné les diagrammes des points de fusion. Avec le $PbCl^2$ comme catalyseur, on obtient une proportion de 62 % de dérivé ortho. Le mélange eutectique ortho et para fond à — 49°8 et contient 73 % d'ortho. A. Rigaut.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* **Sur une syénite à corindon et sillimanite formée par endomorphisme du granite.**

Divers gisements, découverts à Madagascar, ont fourni à l'auteur de nombreux échantillons, plus ou moins riches en corindon, qui font l'objet de cette Note. L'examen microscopique de l'un d'eux montre l'extrême abondance de la sillimanite. Celle-ci devient localement prédominante, et l'on passe ainsi progressivement à des roches singulières ne renfermant que peu ou pas de corindon.

Les contacts décrits, par l'analyse, fournissent un exemple incontestable de transformation endomorphe du magma granitique par assimilation d'un sédiment.

ZOOLOGIE. — *F. Mesnil* et *M. Caullery.* **L'appareil maxillair d'*Histriobdella homari*; affinités des Histriobdellides avec les Euniciens.**

L'appareil maxillaire d'*Histriobdella*, par son plan, sa structure et ses connexions, est identique à celui des Euniciens, et cette similitude ne paraît pas pouvoir s'expliquer autrement que par des affinités réelles. D'autre part, les appendices céphaliques rappellent aussi les Annélides de cette famille (en particulier *Ophryotrocha*) et, dans le genre *Stratiodribus* Haswell, il y a, en outre, des cirres latéraux métamériques.

GÉOLOGIE. — *Mlle G. Cousin* (prés. par M. Emile Haug) **Observations tectoniques sur les terrains secondaires de la bordure méridionale des Vosges.**

Lors de l'établissement du golfe tertiaire d'Alsace, les couches secondaires de la bordure méridionale des Vosges se sont infléchies et brisées du côté où se produisait la dépression. Puis, lors des plissements jurassiens, des forces tangentielles ont poussé les assises inférieures de la falaise jusqu'à les redresser complètement contre le massif vosgien. Plus loin, elles ont décollé le Séquanien qui a glissé vers le N.-W. sur le Rauracien, l'Oxfordien et le Callovien, venant ainsi recouvrir directement les termes réduits et verticaux du Jurassique intérieur.

— *L. Dangeard* et *Y. Milon* (prés. par M. P.-A. Dangeard). **Contribution à l'étude du bassin tertiaire du sud de Rennes. Découvertes de lits à Poissons et à Plantes dans des argiles noires au sommet du Chattien.**

Les auteurs ont trouvé dans les argiles noires de la Chaussairie et de Lormandière de précieux documents paléontologiques consistant, les uns, en débris végétaux (rhizomes de Nymphéacées, feuilles de Fougères, nombreuses graines, etc.), les autres, en squelettes de Poissons, parmi lesquels des Percoïdes, appartenant au genre *Smerdiss* Agass. et à un genre voisin de *Properca* Sauv.

Les lits à Poissons alternent dans l'argile avec des lits à Ostracodes ; çà et là existent des « nids » à petits mollusques (Limnées, Potamides, Planorbes).

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). **Sur l'hypocotyle de la Mercuriale.**

C'est, dit l'auteur, l'intervention plus ou moins intense, plus ou moins précoce, c'est la localisation particulière de l'accroissement intercalaire longitudinal, phénomènes secondaires au cours du développement ontogénique, qui paraissent déterminer, dans l'hypocotyle et dans les cotylédons, les dispositions vasculaires variables interprétées par G. Chauveaud comme l'évidente manifestation d'une accélération basifuge plus ou moins forte.

— *Henri Jumelle.* **Un grand Palmier du Centre de Madagascar.**

Il s'agit du *Chrysalidocarpus decipiens*, le plus beau Palmier, peut-être de Madagascar, dont le tronc, souvent couvert de Lichens, atteint 10 à 20 mètres de hauteur, et dont les feuilles ont jusqu'à 3 m. 50 de longueur. Il est vraisemblable que ce Palmier fut, à une certaine époque, disséminé dans le centre de Madagascar et représenté par de bien plus nombreux échantillons. Il était sans doute accompagné d'autres arbres, comme il l'est au Manankazo, et ceux qui pensent que l'Imerina fut jadis boisée sont en droit de trouver là un nouvel argument.

PHYSIOLOGIE. — *A. Policard* et *Juliana Tritchkovitch* (prés. par M. Roux). **Sur un mécanisme intervenant dans la fixation des graisses par la glande cortico-surrénale.**

Les auteurs ont montré récemment que les glandes sébacées étaient capables de fixer directement les graisses, en circulation dans le sang sous forme d'hémoconies, à la condition que leurs cellules soient bourrées de grosses vacuoles adipeuses, ainsi que cela se présente chez les animaux engraissés.

Sur des souris colorées vitalement au rouge écarlate par mélange de cette couleur à la nourriture, les auteurs ont pu faire des observations de même ordre sur la glande cortico-surrénale. La capacité de la cortico-surrénale de fixer la graisse circulant dans le sang est incontestable.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *P. Lecomte du Noüy* (prés. par M. Ch. Richet). **Sur l'équilibre superficiel du sérum et de quelques solutions colloïdales.**

Les expériences ont été faites à l'aide d'un appareil basé sur la méthode décrite par Weinberg en 1892, à savoir l'arrachement d'un anneau. Mais, au lieu de mesurer l'effort nécessaire pour produire l'arrachement par l'addition de poids, l'auteur utilise la torsion d'un fil métallique.

La tension superficielle, à température constante, du sérum sanguin et de ses solutions, des solutions d'oléate de soude, de glycocholate et de taurocholate de soude, et de saponine, diminue en fonction du temps, spontanément, très rapidement pendant les dix premières minutes, puis plus lentement.

La courbe du phénomène est très voisine de celle des phénomènes d'adsorption.

ENTOMOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. E.-L. Bouvier). **Sommeil d'hiver cédant à l'hiver chez les larves et nymphes de Muscides.**

Pour beaucoup d'espèces de Muscides, le sommeil d'hiver n'est pas plus déterminé par le froid que le sommeil nocturne par la nuit. Il résulte d'un arrêt cyclique de l'activité métabolique, indépendant de l'abaissement thermique.

Le froid apparaît comme un facteur *réactivant*, indispensable à la vie de l'espèce. Sans l'intervention de ce facteur, obligatoire, le cycle des espèces hétérodynames (espèces présentant, dans leur cycle annuel, des générations d'activité biologique dissemblable) à diapause hivernale resterait indéfiniment suspendu. Il faut l'hiver pour faire cesser le sommeil d'hiver.

L'auteur rapproche ces phénomènes de diapause hivernale larvaire ou nymphale chez les Muscides, de la

diapause embryonnaire cédant au froid, observée chez certains papillons séricigènes.

HISTOLOGIE. — *E. Grynfeltt* (prés. par M. Henneguy). **Sur les fibres perforantes de l'os des Mammifères.**

Il y a lieu de distinguer dans l'os deux catégories de fibres perforantes : les *fibres perforantes périostales* (fibres de Sharpey) et les *fibres perforantes médullaires.*

Les fibres perforantes pénètrent la substance fondamentale, où elles sont plus ou moins calcifiées et noyées dans l'osséive. Elles se continuent hors des lamelles osseuses avec les fibres collagènes qui entrent dans la constitution de la trame des formations conjonctives ambiantes, c'est-à-dire du périoste en dehors et de la moelle en dedans.

CYTOLOGIE. — *P. Bouin* (prés. par M. Widal). **Sur la conjugaison parallèle des chromosomes et le mécanisme de la réduction chromatique.**

Chez la Scolopendre, il n'existe pas d'intercinèse entre la dernière division goniale et la prophase spermatocytaire. Les 24 chromosomes des spermatogonies se transforment directement dans les spermatocytes, en 24 filaments leptogènes, qui se conjuguent deux à deux longitudinalement, pour former 12 anses pachytènes. Après un stade de repos nucléaire, 12 filaments doubles réapparaissent qui se condensent en 12 paires de chromosomes en forme de bâtonnets. Ceux-ci se divisent longitudinalement pour la deuxième cinèse de maturation. La maturation se fait donc, dans cet objet, selon le schéma hétérohoméotypique, et la réduction numérique des chromosomes est obtenue par la conjugaison longitudinale des chromosomes spermatogoniaux.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *H. Bierry, F. Rathery* et *F. Bordet* (prés. par M. Roux). **Azotémie et hyperprotéidoglycémie expérimentales.**

A la suite de la suppression brusque, chez le chien, de l'excrétion urinaire ne permettant une survie que de 2 ou 3 jours, l'élévation du taux du sucre protéidique dans le plasma sanguin est, parallèlement à celle du taux de l'urée, moins rapide et moins intense. Jamais les auteurs n'ont pu observer, chez leurs animaux, des chiffres de sucre protéidique comparables à ceux qu'ils ont signalés chez les breightiques, chiffres pouvant dépasser trois fois le chiffre du sucre protéidique rencontré chez l'homme normal.

Cela vient à l'appui de cette idée, que si l'azotémie est le témoin d'une élimination rénale défectueuse, comme l'a montré Widal, l'hyperprotéidoglycémie est bien le stigmate plasmatique qui révèle un trouble progressivement amené et profond du métabolisme.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Et. Burnet* (prés. par M. Roux). **Sur un type d'arthrite fréquemment observé chez les cobayes infectés par le *Micrococcus melitensis*.**

Les faits exposés dans cette Note mettent hors de doute l'existence d'arthrites et d'ostéites à *melitensis* et expliquent la fréquence des complications analogues dans la fièvre méditerranéenne de l'homme.

Puisque, chez le cobaye infecté, le *M. melitensis* est toujours présent dans la moelle des os longs, il faut penser, chez la chèvre et chez l'homme infectés, à la moelle osseuse comme l'un des « gîtes microbiens » dans les périodes où le *melitensis* est absent du lait et du sang, et où, de ce fait, il n'existe pas d'autre preuve de l'infection qu'une réaction agglutinante et une intradermoréaction positives.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'espace et le temps, par Emile Borel, Directeur honoraire de l'Ecole normale supérieure, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Membre de l'Institut. (1 vol. broché 19 × 12, 245 pages), de la Nouvelle Collection scientifique (Directeur : Emile Borel). Paris, librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain. — Prix : 8 francs.

Les théories d'Einstein excitent en ce moment une vive curiosité dans notre pays : de nombreux ouvrages et articles, écrits ou traduits en français, leur ont été consacrés ; les séances de discussion, qui viennent d'être tenues au Collège de France, en présence du professeur Einstein lui-même, ont été suivies avec le plus grand intérêt par un auditoire de choix.

Mais pour pouvoir s'assimiler « ce qu'il y a de plus intéressant dans les théories nouvelles », il est nécessaire de connaître les faits essentiels et les théories qui ont précédé celles d'Einstein et qui les font apparaître comme moins singulières et moins paradoxales. M. Borel consacre les trois quarts de son livre à l'exposé de ces connaissances préliminaires, et met ainsi en relief les idées fondamentales, d'ordre purement scientifique et d'ordre philosophique, qui ont été émises par les plus grands penseurs, de Newton à Poincaré. Dans cette étude qui comprend la géométrie, la chronologie ou mesure du temps, la gravitation universelle, l'auteur émet parfois des vues originales qui donnent à son exposé une clarté toute particulière. Les deux derniers chapitres sont entièrement consacrés aux conceptions einsteiniennes ; leur lecture est rendue facile par celle des chapitres qui précèdent.

Cet excellent ouvrage, admirablement écrit, porte, comme ceux de Poincaré, l'empreinte d'une pensée profonde.

R. Dongier.

Cours de Mathématiques Générales de la Faculté des Sciences de Paris, par Vessiot et Montel. 2 vol. in-8° de 500 et 570 pages. L. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

La préparation au Certificat de Mathématiques Générales exige l'étude attentive d'un long programme, où figurent à la fois des notions d'algèbre, d'analyse, de géométrie analytique et de mécanique. Beaucoup d'étudiants sont, à l'heure actuelle, dans des conditions matérielles défavorables : l'assistance régulière aux cours leur est impossible, et un livre leur est alors nécessaire. Tous ces jeunes gens ne sauraient trop apprécier cet avantage, de disposer désormais du cours imprimé de deux maîtres, dont l'autorité est immense. Ils y trouveront un enseignement clair, substantiel, précis, et n'y seront, en règle générale, jamais arrêtés par de sérieuses difficultés.

Il est pourtant fréquent que des étudiants soient découragés dès le début, au moment où leur sont exposées les limites, les fonctions et les séries. Cela n'est pas à craindre à l'école de M. Vessiot : il aplanit les obstacles, par l'appel fréquent qu'il fait aux réalités physiques, par l'emploi abondant de figures magistralement présentées. Il allège la besogne de l'élève en exposant côte à côte les notions connexes de l'analyse, de la géométrie, de la cinématique ; il fait table rase des démonstrations artificielles, inopérantes pour la formation de l'esprit. Pour ne citer qu'une chose entre mille, je me plais à le voir établir les formules

de Mac-Laurin et de Taylor d'une manière plus naturelle qu'on ne le fait d'ordinaire. Les démonstrations délicates sont, sinon supprimées, du moins mises à part. L'élève n'a donc qu'à se laisser guider avec confiance ; il tirera de cet enseignement un double profit, d'une part l'acquisition d'une formation théorique impeccable, et d'autre part, un entraînement progressif à l'exercice du calcul.

Ce dernier point joue un rôle considérable dans la préparation de physiciens ou de futurs ingénieurs. L'auteur a donc développé avec quelque détail les méthodes de résolution des équations numériques et la théorie des différences : en particulier, il mentionne l'itération et les méthodes d'interpolation de Newton et de Lagrange. Il applique les différentielles totales à la limitation de l'erreur qui entache le résultat d'un calcul opéré sur des données approximatives.

En géométrie analytique, je ne crois pas qu'il soit possible de présenter avec plus de simplicité et de précision les notions relatives aux angles et aux vecteurs, et de mieux dégager la puissance des méthodes d'application du calcul aux questions géométriques. En peu de pages, M. Vessiot initie le lecteur aux propriétés les plus importantes des courbes usuelles, à la théorie des enveloppes et de la courbure. La géométrie a trois dimensions est rédigée dans le même esprit et le chapitre correspondant procurera à l'étudiant des connaissances plus que suffisantes sur les surfaces du second degré, et sur la théorie générale des éléments de courbure des lignes et des surfaces.

La théorie des nombres complexes termine le premier volume : je souhaiterais que la manière dont elle y est exposée fut universellement adoptée et supplantât le point de vue de ceux, encore trop nombreux, qui énoncent cette définition : on appelle quantité complexe toute expression $a+bi$, où + n'indique pas une addition et où i n'est qu'un symbole !

Le second volume débute par le calcul intégral, exposé d'une manière intuitive et on ne peut plus attrayante. La question de l'intégration des équations différentielles fait l'objet d'une étude approfondie, et l'auteur la retourne sous toutes ses faces : intégration graphique, intégration par quadratures, applications géométriques et physiques. A ce point de vue, l'auteur a souligné l'importance des équations linéaires pour la théorie générale des mouvements oscillatoires (décharge d'un condensateur, galvanomètre à cadre mobile), et celle des systèmes d'équations différentiels pour l'étude des champs de forces, et des divers problèmes de la Dynamique. Avec cette habileté qui lui est propre, M. Vessiot mène son lecteur dans les parties les plus élevées de l'Analyse : extensions de la notion d'intégrale définie, série de Fourier, intégrales curvilignes et multiples, analyse vectorielle, intégrales définies, fonctions d'un paramètre, équations aux dérivées partielles, éléments du calcul des probabilités. La lecture des pages consacrées à ces diverses théories est véritablement suggestive et sera précieuse pour ceux qui devront étudier ultérieurement la Thermodynamique, les lois de conductibilité calorifique, et mainte branche de la Physique Mathématique.

Dans les chapitres qui suivent, M. Montel initie le lecteur aux théories élémentaires de la Mécanique : vecteurs, cinématique du point, mouvement d'un solide, changement de système de comparaison, dynamique du point libre ou non libre, statique, dynamique des systèmes ; chocs et percussions. L'auteur a laissé de côté les discussions portant sur les pincipes et s'est donné comme objet d'habituer l'élève à les appliquer correctement. Son chapitre sur les vecteurs constitue une merveilleuse introduction contenant tout ce qu'il faut connaître d'essentiel sur les opérations du calcul vectoriel élémentaire. Tout ce qui touche à la mécanique proprement dite est illustré par des applications à des exemples familiers. Le théorème délicat de la composition des vitesses est démontré avec une simplicité et une rigueur qui n'échapperont pas à ceux qui disposent d'éléments de comparaison... et savent aussi choisir opportunément le système du même nom ! L'auteur a multiplié les exemples où les calculs peuvent être terminés (mouvements des projectiles, mouvements sous l'action des forces centrales newtoniennes ou proportionnelles à la distance, pendule cycloïdal, etc.) et ceux que l'étudiant retrouvera en physique (mouvements vibratoires amortis ou troublés par une force périodique, etc.).

Je m'excuse de terminer trop tôt cette analyse fort incomplète et de ne pouvoir que mentionner le chapitre complémentaire sur les déterminants et leurs applications géométriques. Mais je tiens tout au moins à signaler l'abondance et l'intérêt des exercices proposés à la suite des divers chapitres, ainsi que les sujets d'examen rassemblés dans les dernières pages. Ils attestent la valeur des résultats obtenus par notre enseignement des Mathématiques générales, enseignement sur lequel le présent ouvrage est appelé à exercer, pendant une longue période, une excellente influence.

G. Bouligand.

A meteorologual treatise in the Circulation and Radiation in the atmospheres of the eart hand of the Sun par M. Frank H. Bigelow, un vol. in-8 de 432 pages, avec figures, Chapman and Hall Ltd, 11 Henrietta Street, Covent Garden, London, WC2.

On considère souvent, en première approximation, comme adiabatiques les transformations dont l'atmosphère est le siège ; de plus, on néglige généralement l'action fort importante du rayonnement. L'auteur s'affranchit de ces hypothèses par trop simplificatrices et il résout en dehors d'elles les problèmes que soulève l'étude des atmosphères terrestre et solaire. Son traité, très documenté, intéressera fort les spécialistes. Il fournit la solution d'un grand nombre de problèmes qu'on n'avait pas abordés jusque là. Citons parmi eux : la relation entre la convection diurne et les ondes barométriques semi-diurnes d'une part, et le rayonnement d'autre part ; la relation entre les pressions et les températures dans les cyclones et les anticyclones d'une part ; la circulation et le rayonnement, d'autre part ; la thermodynamique de la circulation générale ; la distribution du rayonnement aux diverses latitudes et altitudes jusqu'à 20.000 mètres ; les variations magnétiques diurnes dans les couches inférieures de l'atmosphère ; les variations magnétiques non périodiques dans leur rapport avec le rayonnement solaire. etc.

La simple énumération de ces problèmes suffit à prouver l'intérêt de l'ouvrage, qui ne peut manquer de susciter des discussions utiles et de provoquer de nouvelles recherches.

A. Bc.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 9 — 60e ANNÉE — 13 MAI 1922

ISOTOPES ET POIDS ATOMIQUES [1]

La plus importante généralisation peut-être, dans l'histoire toute entière de la chimie, est la Théorie atomique, proposée par John Dalton en 1803. C'est une preuve remarquable de la sagace intuition de cet observateur que, de ses cinq postulats, un seul semble être légèrement erroné et qu'un siècle de recherches actives et ininterrompues ait été nécessaire pour en déceler l'inexactitude.

Le postulat en question établit que « les atomes d'un même élément sont semblables les uns aux autres et ont des poids égaux ». Naturellement, si nous prenons ce postulat comme une définition du mot « élément » il devient un truisme ; mais, d'un autre côté, ce que Dalton entend par « élément » et ce que nous désignons par ce mot aujourd'hui : c'est une substance, telle que l'hydrogène, l'oxygène, le chlore ou le plomb, qui a des propriétés chimiques invariables et ne peut être résolue en un plus grand nombre de constituants élémentaires par aucun processus chimique connu. Pour beaucoup des éléments le postulat de Dalton apparaît encore comme strictement vrai ; mais pour d'autres — probablement la majorité — il nécessite quelques modifications.

L'état général de l'opinion scientifique, à la fin du dernier siècle, peut être déduit des citations suivantes, tirées de l'adresse de Sir William Ramsay à la Bristish Association à Toronto, en 1897 : « On a fait des essais presque innombrables pour coordonner les différences entre les poids atomiques en imaginant des formules qui traduiraient les nombres représentant les poids atomiques avec toutes leurs irrégularités. Est-il besoin de le dire? de tels essais n'ont été en aucun cas couronnés de succès. Un succès apparent est toujours obtenu aux dépens de la précision et les nombres reproduits ne sont pas ceux qu'on accepte comme les véritables poids atomiques. De tels essais, à mon avis, sont futiles. Cependant l'esprit humain ne s'est pas contenté d'enregistrer simplement une telle irrégularité, il s'est efforcé d'en concevoir l'origine... L'idée... a été exprimée par le professeur Schutzenberger, et, plus tard, par Mr Crookes, que ce que nous appelons poids atomique d'un élément est une moyenne; qu'en disant que le poids atomique de l'oxygène est 16, nous établissons simplement que le poids atomique moyen est 16; et qu'il n'est pas inconcevable qu'un certain nombre de molécules aient un poids un peu supérieur à 32, tandis qu'un certain nombre d'autres soient d'un poids inférieur. »

Que de telles conjectures fussent alors considérées comme des spéculations sans fondement montre combien était profonde la foi dans le postulat de Dalton, ce qui est tout à fait remarquable si l'on considère qu'à cette époque pas une seule preuve expérimentale n'en avait été fournie. Une telle preuve évidemment ne pouvait être obtenue que par une méthode qui mesurât les masses des atomes individuellement, et à cette époque aucune n'avait été proposée.

Le premier argument expérimental en faveur

(1) Communication faite à la « Royal Institution » de Londres, en 1921.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

de l'égalité, au moins approximative, des atomes d'un élément semble être celui indiqué par Sir J.-J. Thomson en 1910 au moyen de sa méthode bien connue d'analyse par les rayons positifs. Les trajectoires paraboliques nettement définies qu'il a enregistrées prouvent que le rapport entre les masses des particules individuelles qui les produisent et les charges électriques qu'elles transportent est constant. On sait que cette charge est une unité définie ou un multiple simple de cette unité : si donc les masses des atomes individuels variaient des uns aux autres d'une manière arbitraire, on devrait avoir une trajectoire à contours très flous au lieu des paraboles si nettes qui sont enregistrées.

Avant de considérer avec plus de détails les données expérimentales relatives aux rayons positifs, il ne sera pas mauvais de rappeler brièvement celles qui ont servi de fondement à la théorie des isotopes. La première indication qu'il pouvait être possible d'obtenir des substances ayant des propriétés chimiques identiques mais des poids atomiques différents a été tirée des brillantes recherches sur les éléments radioactifs faites par Sir Rutherford et ses collaborateurs. Les investigations relatives aux transformations des diverses familles radioactives ont montré que certains produits, comme le plomb, peuvent être formés de plusieurs manières. Les propriétés chimiques de ces divers plombs ont été trouvées identiques, à tous égards, à celles du plomb ordinaire, mais leur mode de production indique qu'ils ne peuvent avoir le même poids atomique. De tels corps, quoique ayant des poids atomiques différents, doivent occuper la même place dans la Classification Périodique des éléments et, pour cette raison, ont été appelés isotopes par le Prof. Soddy.

La découverte de Moseley, qui a fait époque, nous a montré que les propriétés chimiques dépendent, non du poids atomique, mais de quelque chose beaucoup plus fondamental, à savoir, le *numéro atomique*. Le numéro atomique d'un élément est le nombre d'unités d'électricité positive contenues dans le noyau de ses atomes (1) : la charge nucléaire de l'hydrogène est 1; celle de l'hélium 2; celle du lithium 3, et ainsi de suite. Nous voyons ainsi, que les isotopes sont des éléments ayant le même numéro atomique, mais des poids atomiques différents.

La théorie des isotopes a été triomphalement établie, durant la guerre, par les recherches de Soddy, Richards, Honigschmidt, et d'autres, sur les poids atomiques du plomb trouvé dans divers minerais radioactifs. Des quantités suffisamment importantes de plomb ont pu être extraites pour permettre la plus grande précision dans les déterminations basées sur des méthodes chimiques, et les poids atomiques ont été trouvés différents d'un échantillon à l'autre et différents du poids atomique relatif au plomb ordinaire, de quantités tout à fait supérieures aux erreurs expérimentales possibles.

Longtemps avant que cette preuve convaincante fût fournie, la théorie des isotopes avait été discutée avec le plus grand intérêt, dans ses rapports avec les poids atomiques en général. Puisque les isotopes se rencontrent parmi les éléments lourds, pourquoi ne seraient-ils pas possibles parmi les éléments plus légers, non radioactifs? En ce cas, les éléments dont les poids atomiques sont fractionnaires pourraient être des mélanges de constituants à poids atomiques entiers. Cette explication était très séduisante car le curieux enchevêtrement de nombres entiers et de nombres fractionnaires dans les poids atomiques rapportés à l'oxygène (O=16) a toujours été une pierre d'achoppement sérieuse au développement de toute théorie simple de l'édifice atomique. Le poids atomique du chlore, déterminé avec précision, 35,46, n'a certainement rien qui le recommande particulièrement. Il rappelle bien le nombre de yards carrés dans un pole carré ou dans une perche (1) ; mais l'idée que la nature agirait suivant les mêmes voies que le système des poids et mesures anglais n'est pas précisément séduisante !

La première vérification de la théorie des isotopes pour les éléments non-radioactifs a été fournie par les anomalies que présente le gaz inactif néon quand on l'analyse par la méthode des rayons positifs de Sir J.-J. Thomson. Il est intéressant de noter que ces anomalies ont été annoncées dans cette salle par le Prof. Thomson lui-même, et que le premier échantillon de gaz utilisé pour montrer l'effet a été fourni par le Prof. Sir James Dewar. Tandis que tous les éléments précédemment examinés donnent des paraboles simples ou d'apparence simple, celle que donne le néon — et c'est en cela que consiste

(1) Rappelons que le « *numéro atomique* » (de *atomic number* qu'on traduit, souvent, à tort croyons-nous, par *nombre atomique*), est le rang de l'élément dans la classification-périodique, par ordre des masses atomiques croissantes. Les recherches de Rutherford, sur les déviations qu'éprouvent les particules α en traversant la matière, ont établi que le numéro atomique est égal au nombre d'unités d'électricité positive auquel est équivalente la charge globale du noyau de l'atome (*Note du traducteur*).

(1) Le *pole (rod)* est une unité de longueur anglaise valant 5 m. 029. Le yard vaut 0 m. 914 ; la perche, unité de surface vaut 30,25 yards carrés soit 25,293 m². (Note du traducteur).

la particularité — est nettement double. La courbe la plus intense correspond grossièrement à un poids atomique 20, la plus faible à un poids 22, le poids atomique du néon étant 20,20. Des considérations déduites des caractéristiques de la ligne 22 ont conduit l'auteur à la conviction qu'elle ne pouvait être attribuée à aucun composé et qu'elle représentait, par suite, un constituant élémentaire jusqu'ici inconnu du néon. Ceci s'accordait très bien avec l'idée des isotopes qui venait d'être lancée, en sorte qu'il était d'une grande importance d'étudier le phénomène aussi complètement que possible.

La première ligne d'attaque fut un essai de séparation par des fractionnements répétés sur du charbon refroidi dans l'air liquide ; mais, même après plusieurs milliers d'opérations, le résultat fut entièrement négatif. On éprouve quelque satisfaction à savoir que ce résultat était inévitable, comme l'a montré récemment le Prof. Lindemann, au moyen de déductions thermodynamiques. La diffusion fractionnée à travers la terre de pipe a été plus efficace et a fourni un résultat positif : après une série d'opérations extrêmement laborieuses on a obtenu une différence apparente de densité de 0,7 % entre la fraction la plus légère et la fraction la plus lourde. Lorsque la guerre interrompit les recherches on peut dire que, par plusieurs voies indépendantes, la théorie conduisait à l'idée que le néon était un mélange d'isotopes, mais aucune d'elles ne pouvait être considérée comme entraînant la conviction absolue, conviction nécessaire dans une conception aussi importante.

Lorsque les recherches reprirent, l'attention se porta à nouveau vers les rayons positifs; il était clair en effet que, si l'analyse pouvait être rendue suffisamment précise pour démontrer avec certitude qu'aucun des deux poids atomiques ainsi déterminés ne s'accorde avec la valeur admise, l'existence des isotopes pourrait être considéré comme établie. Ceci ne pouvait être fait avec les paraboles précédemment obtenues, mais la précision des mesures a été élevée au degré voulu au moyen du dispositif représenté sur la Fig. 29. Les rayons positifs sont dirigés suivant un mince pinceau au moyen de deux fentes parallèles S_1 S_2, et ils sont alors étalés en un spectre électrique au moyen de plateaux électrisés P_1 P_2. Une portion de ce spectre, déviée d'un angle δ est isolée par le diaphragme D et passe entre les pôles circulaires d'un électro-aimant puissant O, dont le champ

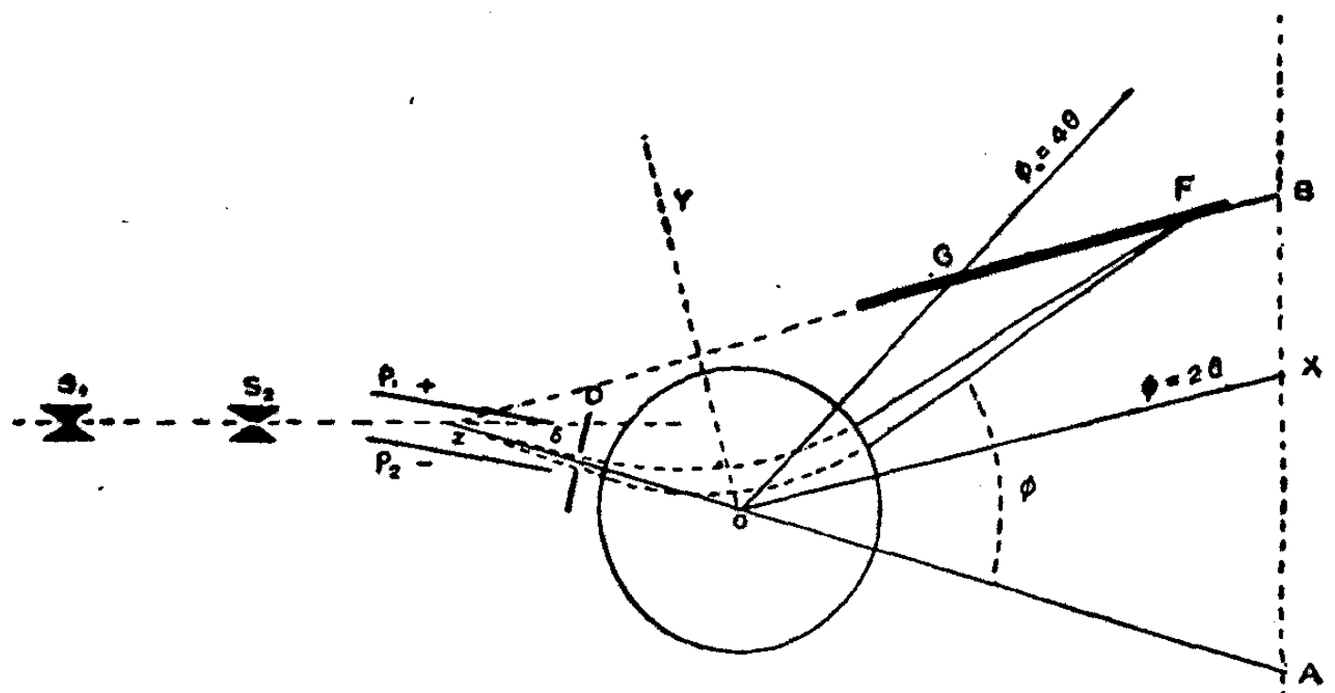


Fig. 29

est dirigé de manière à courber les rayons en arrière d'un nouvel angle φ, supérieur à 2δ. Le résultat de ceci est que les particules ayant une même masse (ou, plus correctement, une même valeur du quotient $\frac{m}{e}$) convergeront vers un foyer F et si une plaque photographique est disposée en GF, comme l'indique la figure, on obtiendra un *spectre dépendant seulement de la masse*. En raison de son analogie avec l'appareil optique l'instrument a été appelé spectrographe, à rayons positifs et le spectre produit, spectre de masse.

La figure 30 représente un certain nombre de spectres de masses topiques obtenus par cette méthode. Les nombres indiqués au-dessus des raies donnent les masses correspondant à l'échelle O=16. On remarquera que le déplacement des raies vers la droite est sensiblement proportion-

nel aux masses. Les mesures des masses faites ne sont pas absolues, mais relatives, et rapportées aux raies qui correspondent à des masses connues. De telles raies dues à l'hydrogène, au carbone, à l'oxygène et à leurs composés existent généralement par suite d'impuretés ou sont volontairement produites car les gaz purs ne conviennent pas à un fonctionnement régulier du tube de décharge. Les deux groupes principaux de ces raies de référence sont : le groupe C^n, dû à C (12), CH (13), CH^2 (14), CH^3 (15), CH^4 ou O (16), et le groupe C^n (24 à 30) contenant les lignes très intenses C^2H^4 ou CO (28). On aperçoit ces groupes sur plusieurs des spectres reproduits et ils forment, avec la ligne CO^2 (44), une très bonne échelle de référence.

Il convient de rappeler que le rapport de la masse à la charge constitue la quantité réellement mesurée par la position des lignes.

Beaucoup de particules peuvent transporter plus d'une charge. Une particule transportant deux charges se comportera comme si sa masse était la moitié de sa masse réelle; une particule transportant trois charges comme si sa masse était le tiers de la masse réelle, et ainsi de suite. Les raies qu'elles fournissent sont appelées raies du second et du troisième ordre. Les raies d'ordre élevé sont particulièrement précieuses en ce qu'elles permettent d'étendre notre échelle de référence.

Quand on introduit du néon dans l'appareil, quatre raies nouvelles font leur apparition à 10, 11, 20 et 22. La première paire est constituée par des raies de second ordre qui sont plus faibles que les autres. Toutes quatre sont bien placées pour permettre une comparaison directe avec les raies étalons, et une série de mesures concordantes a montré que, à un millième près environ, les poids atomiques des isotopes formant le néon sont respectivement 20 et 22. Une proportion de 10 %, du dernier donnerait, comme poids atomique moyen du mélange, la valeur admise 20,20 et l'intensité relative des raies s'accorde bien avec cette proportion. La constitution isotopique du néon semble donc établie sans aucun doute.

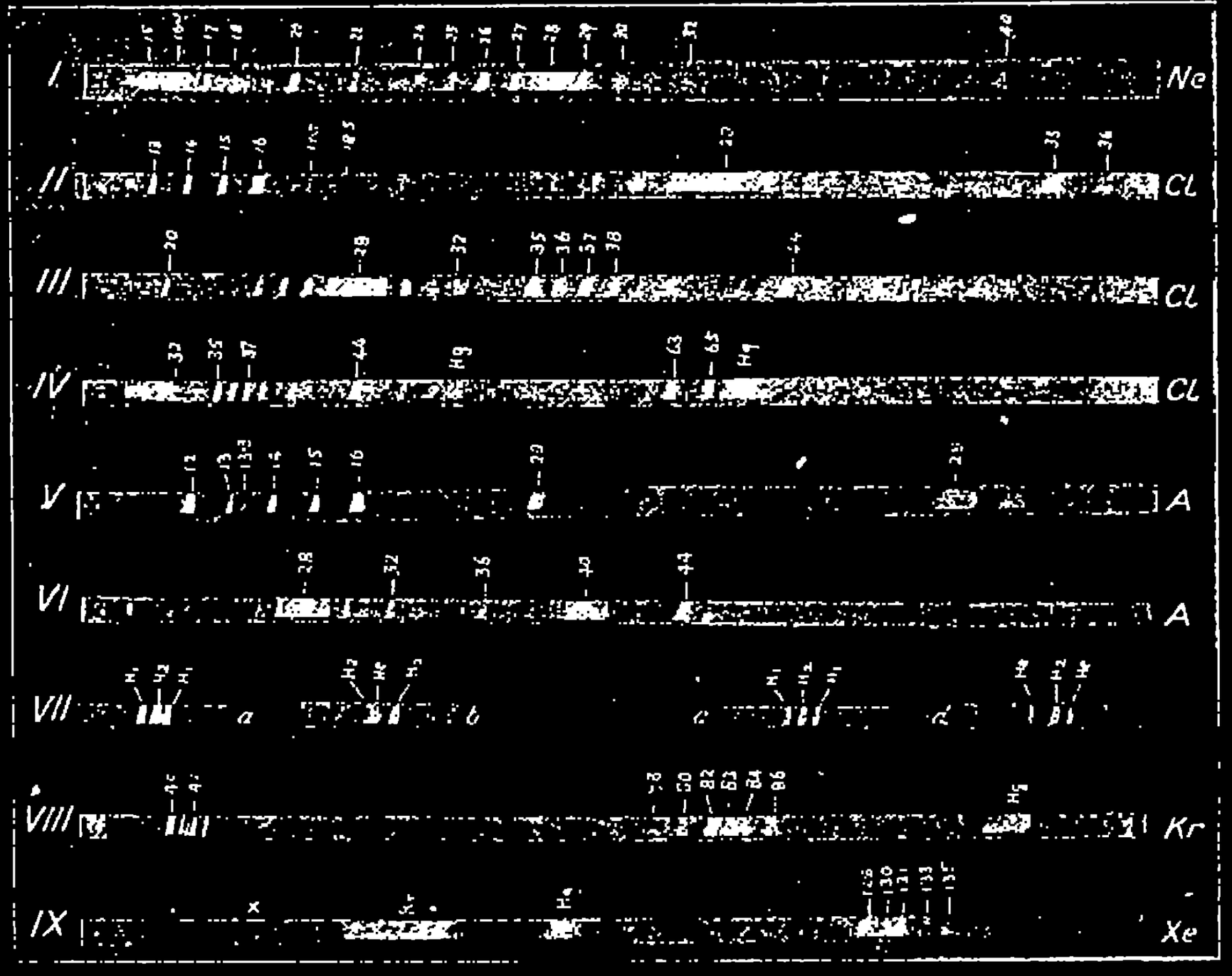


Fig. 30

L'élément chlore devait être naturellement le suivant à examiner, et l'explication de son poids atomique fractionnaire apparût d'une manière évidente dès le premier cliché. Son spectre de masse est caractérisé par quatre fortes raies du premier ordre à 35, 36, 37, 38 avec d'autres plus faibles à 39 et 40. On n'observe aucune trace de raies à 35,46. L'explication la plus simple du groupe est de supposer que les raies 35 et 37 sont dues à deux éléments chlore isotopes, et les raies 36 et 38 à leurs acides chlorhydriques correspondants. La nature élémentaire des raies 35 et 37 est également indiquée par les raies du second ordre à 17,5 et 18,5 et aussi, lorsqu'on utilise du phosgène, par l'apparition de raies à 63 et 65 dues à $COCl_{35}$ et $COCl_{37}$.

Tout récemment on a pu obtenir le spectre de rayons négatifs. Ces rayons sont formés par des particules positives normales ayant capté deux électrons. Sur le spectre négatif du chlore on aperçoit seulement les raies 35 et 37, en sorte que les raies 36 et 38 ne peuvent être dues à des isotopes de l'élément. Ces résultats, joints à plusieurs autres, qui ne peuvent être rappelés ici en détail, montrent que le chlore est un élément complexe et que ses principaux isotopes ont comme poids atomiques 35 et 37. Il peut y avoir en outre une faible proportion d'un troisième isotope de poids 39, mais cela est douteux, les spectres I, II, III et IV représentent les résultats relatifs au chlore pour des champs magnétiques d'intensité variable.

A diverses reprises on a soulevé l'objection suivante : si le chlore est formé d'isotopes comment se fait-il que son poids atomique ait été déterminé avec tant de précision et avec des résultats si concordants par divers chimistes? L'explication simple semble être que les déterminations précises ont été faites avec du chlore provenant originairement de la même source, la mer, qui a été parfaitement brassée. Si l'on disposait d'échantillons de l'élément provenant de quelque autre source primitive, il est très possible qu'on obtiendrait d'autres valeurs du poids atomique, exactement comme dans le cas du plomb.

Le spectre de masse de l'argon présente une raie extrêmement brillante à 40, une raie du second ordre à 20 et une raie du troisième ordre à 13,33. Cette dernière est particulièrement bien placée, entre des raies de référence connues, et sa mesure montre que l'atome triplement chargé qui l'a produite a très exactement une masse 40. Or le poids atomique admis pour l'argon est inférieur à 40, ce qui suggère la présence d'un isotope plus léger. Celui-ci a été trouvé à 36, et a été entièrement prouvé; sa présence à dose d'environ 3 % suffit à rendre compte du poids atomique moyen obtenu par les mesures de densité.

Les éléments hydrogène et hélium ont présenté des difficultés particulières, tenant à ce que leurs raies sont trop éloignées des raies de référence pour permettre des comparaisons directes. Par une méthode spéciale on a pu obtenir des valeurs d'une précision modérée. L'hélium semble avoir exactement pour poids atomique 4 dans l'échelle O=16, mais l'hydrogène a un poids atomique nettement supérieur à l'unité. La valeur obtenue concorde très bien avec celle déjà fournie par les méthodes chimiques, soit 1,008. En même temps, des mesures sur la raie 3 d'abord observée par Sir J.-J. Thomson ont conduit à 3,024, ce qui prouve d'une manière satisfaisante qu'elle est due à l'hydrogène triatomique.

Le krypton et le xénon donnent des résultats étonnamment complexes. Le premier est formé de six isotopes 78, 80, 82, 83, 84, 86. Leurs poids atomiques ont pu être déterminés avec une grande précision, grâce aux excellentes raies du second et du troisième ordre qu'ils donnent. Les premières expériences avec le xénon ont conduit à l'observation de cinq isotopes dont les valeurs provisoires ont été données trop faibles d'une unité. Grâce à l'amabilité du Prof. Travers et du Dr Masson, j'ai pu récemment répéter l'analyse sur un gaz beaucoup plus riche en xénon. Les raies du second ordre ont pu être observées et mesurées. Les cinq principaux isotopes du xénon sont : 129, 131, 132, 134, 136; il y a semble-t-il un sixième constituant faible à 128 et un septième douteux à 130.

Les expériences sur le fluorure de bore indiquent que le bore renferme au moins deux isotopes, 10 et 11, et que le fluor est un élément simple de masse atomique 19.

Le silicium est sans aucun doute un autre élément complexe comprenant deux isotopes, 28 et 29, et peut-être un troisième 30.

Le brome présente un grand intérêt. Comme son poids atomique est presque exactement 80, on pouvait raisonnablement s'attendre à ce qu'il fût simple et de même poids qu'un des kryptons; en réalité il est formé en parties égales des isotopes 79 et 81.

Le soufre, le phosphore et l'arsenic sont tous apparemment des éléments simples. Le mercure est certainement un mélange, quoique ses constituants les plus voisins ne puissent être résolus avec l'appareil actuel. On aperçoit des groupes

très caractéristiques dans les spectres d'ordre élevé, par exemple le cinquième, et ils sont visibles sur presque tous les clichés. Le groupe est formé d'une succession continue de raies formant une bande de 197 à 200, d'une raie intense à 202, et d'une faible à 204. Récemment à Copenhague, Bronsted et Hevesy ont pu réussir à séparer partiellement les isotopes du mercure par une distillation fractionnée sous pression extrêmement faible. (1) D'après leurs données, les densités rapportées à celles du mercure normal prises comme unités seraient :

Mercure distillé.	0,999.980
Mercure résiduel	1,000.03
	1
L'erreur d'expérience serait inférieure à	1.000.000

Le sélénium, le tellure, l'antimoine et l'étain n'ont fourni aucun résultat intéressant. Cela est regrettable, car le poids atomique du sélénium, 79,2, suggère que l'un de ses isotopes pourrait avoir le même poids atomique que le brome ou le krypton; de même la relation entre le tellure et l'iode est d'un grand intérêt.

L'iode donne heureusement un résultat très net. C'est un élément simple de poids atomique 127. Cela est plutôt surprenant, car tous les travaux théoriques sur la constitution isotopique des éléments ont prédit la complexité de l'iode. Il devient fort difficile de prophétiser en physique lorsque les résultats expérimentaux produisent de telles surprises, et apparemment la seule prédiction réellement digne de confiance est que de nombreuses surprises de ce genre nous sont réservées.

Le tableau suivant donne une liste des éléments et des isotopes déterminés jusqu'à ce jour (2).

Tableau des éléments et de leurs isotopes

Élément	Numéro atomique	Poids atomique	Nombre minimum d'isotopes	Masse des isotopes par ordre d'intensité décroissante
H	1	1,008	1	1,008
He	2	3,99	1	4
B	5	10,90	2	11,10
C	6	12,00	1	12
N	7	14,01	1	14
O	8	16,00	1	16
F	9	19,00	1	19
Ne	10	20,20	2	20, 22, (21)
Si	14	28,30	2	28, 29, (30)
P	15	31,04	1	31
S	16	32,06	1	32
Cl	17	35,46	2	35, 37, (39)
A	18	39,88	2	40, 36
As	33	74,96	1	75
B_2	35	79,92	2	79, 81
K_2	36	82,92	6	84, 86, 82 83,80, 78
I	53	126,92	1	127
X	54	130,42	5, (7)	129, 132, 131, 134, 136 (128, 130 ?)
Hg	80	200,60	(6)	(197, 200), 202, 204

* *Les nombres entre parenthèses ne sont que provisoires*

Le résultat de beaucoup le plus important de ces mesures est qu'à l'exception de l'hydrogène, les poids atomiques de tous les éléments étudiés et par suite presque certainement de tous les éléments sont des nombres entiers, à la précision des expériences près, soit environ un pour mille. Naturellement l'erreur absolue croît avec le poids mesuré, mais pour les éléments les plus légers, l'écart à partir d'un nombre entier est extrêmement faible.

Ceci conduit aux plus grandes simplifications dans nos idées sur la matière. L'hypothèse primitive de Prout, proposée en 1815, que tous les atomes étaient eux-mêmes formés d'atomes de Protyle, élément hypothétique qu'il essayait d'identifier à l'hydrogène, est actuellement reprise, avec la modification que les atomes primordiaux sont de deux genres : les atomes d'électricité positive et les atomes d'électricité négative.

Quoique cette dernière unité soit depuis longtemps connue sous le nom d'électron, sa conjuguée, qui semble être l'unité réelle de masse, n'a que récemment reçu le nom de « Proton ».

L'atome de Rutherford, que l'on envisage le développement de Bohr ou celui de Langmuir, se compose essentiellement d'un noyau central chargé positivement autour duquel sont dispo-

(1) Voir *Revue Scientifique*, 25 mars 1922, p. 198.

(2) Aston a pu étendre ses recherches aux métaux peu volatils en prenant comme anode une bande de platine recouverte d'un sel du métal et chauffée électriquement par une batterie extérieure. Les expériences faites avec les métaux alcalins l'ont conduit aux résultats suivants :

Élément	Numéro atomique	Poids atomique	Nombre minimum d'isotopes	Masse des isotopes par ordre d'intensité décroissante
Li	3	6,94	2	7,6
Na	11	23,00	1	23
K	19	39,10	2	39,41
Rb	37	85,45	2	85,87
Cs	55	132,81	1	133

(*Note du traducteur*).

sés des électrons planétaires à des distances considérables comparées aux dimensions du noyau lui-même. Comme on l'a établi, les propriétés chimiques d'un élément dépendent uniquement de son numéro atomique, égal à la charge de son noyau exprimée en fonction de la charge unité *e*. Un atome neutre d'un élément de numéro atomique N a un noyau formé de (K+N) protons et de K électrons; autour de ce noyau sont disposés N électrons. Le poids d'un électron, dans l'échelle que nous prenons, est 0,0005 et peut être négligé. Le poids de cet atome sera donc K+N, en sorte que si on ne fait aucune restriction sur la valeur de K un nombre quelconque d'isotopes est possible.

La première restriction est que, sauf dans le cas de l'hydrogène, K ne peut être inférieur à N, car le poids atomique d'un élément a toujours été trouvé égal ou supérieur à deux fois son numéro atomique. Les valeurs maxima de K semblent aussi être limitées, car, jusqu'ici, on n'a pas trouvé deux isotopes d'un même élément, dont les poids atomiques diffèrent entre eux de plus de 10 % du poids atomique moyen; la plus grande différence numérique est de 8 unités dans le cas du krypton. L'existence réelle des isotopes ne semble suivre aucune loi connue, bien que leur nombre soit probablement limité par quelque condition de stabilité.

Les protons et les électrons peuvent donc être considérés comme les briques aux moyens desquels les atomes ont été construits. Un atome de poids atomique *m* est transformé en un autre de poids atomique *m*+1 par l'addition d'un proton et d'un électron. Si les deux pénètrent dans le noyau, le nouvel élément est un isotope de l'ancien, car la charge résultante du noyau n'a pas été altérée. Au contraire si le proton seul pénètre dans le noyau et que l'électron reste à l'extérieur c'est un élément de numéro atomique plus élevé d'une unité qui prend naissance. Si ces deux nouvelles configurations sont possibles elles représentent des éléments de même poids atomique mais de propriétés chimiques différentes. De tels éléments sont appelés « isobares » et on en trouve des exemples dans les éléments radioactifs.

Le cas de l'élément hydrogène est unique, car son atome semble formé d'un seul proton comme noyau et d'un électron planétaire. C'est le seul atome dans lequel le noyau ne soit pas composé d'un certain nombre de protons et d'électrons réunis fort étroitement (1). La théorie indique que lorsque une telle union étroite se produit, la masse efficace est diminuée, en sorte que quatre protons s'unissant à deux électrons pour former le noyau d'hélium auront un poids légèrement inférieur à 4 fois celui du noyau d'hydrogène, ce qui se produit réellement.

On ne doit pas supposer que la règle du nombre entier soit d'une rigueur mathématique, car l'unité est un conglomérat: proton plus électron, dont la masse doit certainement s'altérer légèrement avec le degré de liaison. A cet égard il est de la plus grande importance de pousser la précision des méthodes de détermination des poids atomiques aussi loin que possible, car les écarts à partir des nombres entiers, s'ils pouvaient être déterminés avec précision, nous donneraient quelque espoir de résoudre la plus profonde des énigmes : la configuration réelle des charges dans le noyau.

Les résultats que j'ai décrits appartiennent à la ligne de séparation de la physique et de la chimie et, quoique, comme chimiste, je considère avec quelque consternation la possibilité de 18 chlorures mercuriques différents, comme physicien, je trouve consolant que la Nature emploie, au moins approximativement, des matériaux identiques pour la construction de tous les édifices atomiques.

F. W. Aston.
Fellow of Trinitey Collège, Cambridge.

(Traduit de l'anglais par M. A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon).

(1) Le *proton*, unité de matière chargée positivement est donc identique au noyau de l'atome d'hydrogène, M. Jean Perrin lui donne le nom de *nucléon*. Quoi qu'il en soit un atome quelconque contenant au total autant de protons (ou nucléons) que d'électrons, on peut le considérer comme formé à partir d'atomes d'hydrogène. C'est l'hypothèse de Prout. (*Note du traducteur*).

(1) Voir *Revue Scientifique*, n° du 8 avril 1922, p. 221.

JEAN PECQUET (1)

(1622 à 1674)

III. — Le Mémoire de Pecquet

Telle était la situation des esprits lorsque parut le mémoire de Pecquet en latin, ayant pour titre : *Joannis Pecquети diepoei* « *Experimenta Nova Anatomica* » « *Nouvelles expériences anatomiques* » par lesquelles sont découverts un réceptacle du chyle inconnu jusqu'ici et les vaisseaux lactés allant à travers le thorax jusque

dans les vaisseaux sous-claviers », avec une planche. Ce mémoire fondamental, qui devait assurer la gloire de Pecquet, a paru en 1651. Les exemplaires de cette première édition sont excessivement rares. La Bibliothèque nationale en possède un, avec notes manuscrites en latin figurant sur les marges, sans que l'on puisse affirmer qu'elles sont de la main de Pecquet.

Ce volume, in-4° de 108 feuillets numérotés, renferme en plus du mémoire « experimenta nova », l'épître liminaire, l'index, une dissertation anatomique sur la circulation du sang et le mouvement du chyle, des lettres d'hommes illustres (1).

Une seconde édition latine de l'œuvre de Pecquet a été publiée à Paris en 1654 « (ex officina cramosiana) » Le titre est ainsi modifié : Joannis Pecqueti Diepoei Doct. Medic. Monspelliensis « experimenta nova anatomica ». Ce mémoire est toujours en tête; il n'a que 20 pages, avec une planche qui renferme deux figures.

Le livre contient en plus : 2° « une Dissertation Anatomique sur la circulation du sang et sur le mouvement du chyle, 2e édition corrigée, illustrée et augmentée (67 pages) —3° Une nouvelle dissertation sur les vaisseaux lactés, dans laquelle est réfutée la Réponse de Riolan aux nouvelles expériences anatomiques de Pecquet. (43 pages) — 4° des lettres de félicitations d'hommes illustres (40 pages) — 5° Une brève réfutation ou destruction de la réponse de Riolan aux nouvelles expériences de Pecquet, « Auctore Hygino Thalassio. Sangermano », auteur que je n'ai pu identifier (65 pages) — 6° une lettre de Mathieu Chatelain (2 pages) — 7° une poésie de 4 pages, anagramme offert à Pecquet sur Jean Riolan — soit en tout un volume de 252 pages.

Le premier mémoire, que j'ai appelé fondamental, est précédé d'une épître liminaire adressée au Très Illustre et très Révérend François Foucquet, évêque d'Agde, datée de Paris, premier janvier 1651.

Le troisième mémoire, « Nouvelle dissertation sur les vaisseaux lactés », commence par la lettre à Thomas Bartholin écrite par Pecquet et datée de Montpellier, le 1er janvier 1654.

(1) Dans cette première édition, inscrite sous la cote (4° Ta 3/2) (Réserve) — Parisiis apud Seb. Cramoisy et Gabr. Cramoisy — on a relié à la suite : une dizaine de feuillets, qui, selon l'inscription en tête du premier, seraient de la main de Pecquet, et qui sont une sorte de résumé en français de sa découverte, et, enfin, un feuillet, intitulé « Rapport du Chirurgien, qui a fait la dissection d'un corps où les parties internes étaient transposées », et qui semble aussi d'une main différente. (Note reçue de la Bibliothèque nationale.)

Une troisième édition latine de l'œuvre de Pecquet a paru à Amsterdam en 1661; elle est d'un format plus petit et moins complète.

Mes lectures ont été faites dans l'édition de 1654, et, c'est sur elle que j'ai pris mes citations, traduites ou résumées.

Le début de l'épître liminaire mérite d'être signalé; l'auteur s'y exprime à peu près ainsi : le petit livre qui se présente humblement devant vous, ô illustre Prélat, vient solliciter de votre bienveillance la permission de se mettre en route (*viam capesserc*). Né et grandi sous votre toit, il est, en effet, sous votre juridiction absolue; serviteur, il n'ignore pas les peines réservées à l'esclave fugitif..., d'autre part, il a l'ingratitude en horreur...

Pour parler ainsi, l'auteur devait, évidemment, faire partie de la Maison de l'Evêque d'Agde.

A la vérité, je ne me suis pas attaché avec la même force aux divers mémoires. J'ai puisé un peu partout, mais j'ai longuement analysé le premier mémoire, « Nouvelles Expériences Anatomiques » que M. Réverdy a traduit à l'occasion de son concours d'aide d'anatomie. Sa lecture a été pour moi des plus captivantes. Le mémoire comprend six chapitres.

Chapitre premier. — Depuis Aselli, les différents auteurs qui ont examiné les vaisseaux chylifères n'ont pas su voir où ils aboutissaient. C'est leur mauvaise chance qui les a fait mal voir plutôt que leur négligence.

N'importe qui peut voir le réceptale du chyle : « De lui, le chyle arrive aux rameaux sous-claviers, et, par la veine Cave supérieure, il est précipitié dans le gouffre du cœur pour y être brassé (*in cordis voraginem muricandus*) et pour y être cuit et transformé en substance alimentaire ».

Aristote et les Péripatéticiens ont raison de dire que le cœur est le principe des veines et l'officine du sang.

Chapitre II. — Le chapitre II commence par une profession de foi, de modestie et un hymne au Créateur. « Garde-toi de croire, ô lecteur, que tu me dois la connaissance des sources lactées et des principes de leur explication. C'est un présent de la fortune jouant avec un ignorant, c'est un rare bienfait de la Providence révélant à un ignorant la saine doctrine qui convient à un chrétien... C'est pour la gloire du Dieu fort et jaloux que je viens de publier toute l'histoire de ma bonne chance si, toutefois, il t'est aussi doux de l'entendre qu'à moi de te le raconter. »

Il explique ensuite comment il a été amené à

sa découverte. « Après avoir pratiqué longtemps la dissection des cadavres, science muette et glacée, il a voulu étudier les organismes vivants, qui diffèrent des morts surtout par le mouvement et il décida d'étudier, sur les animaux vivants, d'abord le cœur, siège principal du mouvement. Il enlève donc le cœur sur un gros chien vivant ; l'opération faite, à son grand étonnement, il voit sourdre un liquide blanc, très fluide, de la veine cave supérieure sectionnée au voisinage du ventricule droit; il croit d'abord à un abcès, caché dans le thorax au voisinage du cœur et qui s'est ouvert dans la veine au moment de l'extirpation; mais le cœur était si vigoureux qu'il doute qu'un abcès pût être à son voisinage. Il ouvre la veine cave sur toute sa hauteur, il voit apparaître un ruisselet blanc, pur de tout mélange de sang et identique au chyle par sa couleur, par son odeur, par sa saveur et sa consistance. L'animal privé de ses viscères ne faisait plus de mouvement, l'écoulement avait cessé avec l'arrêt de la vie. » « D'où avait donc jailli ce liquide? Il presse le thymus, il comprime le cou, il remue les membres antérieurs, pas le moindre liquide blanc n'apparaît. Un dernier moyen me reste, dit-il : « presser sur le mésentère et sur ses vaisseaux lactés avec mes doigts pour voir quelle part ils prennent dans cette affaire; ils obéissent à la pression de mes doigts et le suc que j'observe se répand, hors des vaisseaux sous-claviers, avec une telle abondance que je dois reconnaître qu'il provient des vaisseaux lactés et que je ne puis, sans absurdité, le croire d'une nature autre que le chyle »... Je vois de mes yeux les gouttes de liquide blanc qui tombent par les orifices de la veine et les spectateurs peuvent aussi les voir.

Mais par quelle route le chyle arrive-t-il ainsi aux vaisseaux sous-claviers? Pecquet ne peut le voir dans ces premières expériences, il faut les poursuivre.

Chapitre III. — Pressé par l'impatience de ses auditeurs et spectateurs, il ouvre un autre chien émacié et en inanition ; on ne voit pas les chylifères. « Les censeurs renfrognés et graves nient leur existence et sourient d'un air méprisant. » Mais Pecquet avait compris pourquoi on ne voyait pas les chylifères. « C'est bien, me dis-je en moi-même ; vous avez enfin appris à vous servir de vos yeux, ils vous puniront aussi. »

A quelques jours de là, il ouvre un chien qui avait fait un bon repas quatre heures avant ; le cœur bat, les organes fonctionnent, les veines lactées coulent de tous côtés; il rabat le poumon droit sur la gauche pour explorer les points les plus cachés du dos; « je porte mes regards, dit-il, sur les faces latérales des plus hautes vertèbres dorsales et je ne sais quelle chose blanchâtre, semblable aux canalicules du chyle, apparaît à mes yeux, déroulant ses sinuosités, rampant un certain temps contre la colonne vertébrale. Etait-ce un nerf ? Comme il ressemblait au vaisseau que je cherchais avec ardeur, je le liais un peu au-dessous de la clavicule, il s'affaissa en amont de ma ligature; en aval, le calibre du canal plein de liquide apparût volumineux. Comme le moindre oubli serait une faute, comme je n'ose croire à mes yeux pour porter un jugement définitif, j'interroge le côté gauche de la colonne vertébrale et je trouve un deuxième canal. Je mets une ligature au même niveau qu'à droite; après avoir essuyé le sang, je découvre enfin, en écartant la plèvre, les canaux lactés depuis les deux ligatures jusqu'au cou. »

A partir de la troisième vertèbre dorsale, les deux canaux abandonnaient la compagnie de la colonne vertébrale qui les soutenait, et, se glissant obliquement sous l'œsophage, en s'unissant, ils atteignaient ainsi les veines sous-clavières. « J'ouvre ces veines et j'observe d'un œil avide; les ruisselets lactés s'écoulent en quantité dans les veines caves. » Les spectateurs se repentent de leur première impression. Sur leur exhortation, on regarde si aucun canal lacté ne va vers la tête ou vers les membres; après des recherches attentives Pecquet conclut que tout le chyle conflue en totalité dans les vaisseaux sous-claviers.

Chapitre IV. — « L'espoir grandit dans le succès, et le travail heureux fait oublier la fatigue ». Pecquet poursuit les recherches de ces canaux lactés dans la partie inférieure du tronc; il résèque l'œsophage, l'aorte, les intercostales; il retrouve les deux canaux descendant vers le diaphragme avec un volume égal; les anastomoses transversales n'étaient pas rares; ils étaient obliquement unis comme pour s'aider mutuellement. »

Au niveau et au-dessous du diaphragme, il voit les deux canaux se fusionner et se dilater en une ampoule à parois minces.

Pendant qu'il cherchait à comprendre et à mieux voir, cette ampoule se déchire; canal et ampoule se vident et disparaissent. Il faut encore chercher.

Chapitre V. — *La Découverte du Receptaculum*. — Il ouvre un nouveau chien bien nourri;

les deux troncs lactés sont liés à l'embouchure des deux veines sous-clavières pour éviter l'écoulement du chyle. « Dans mon esprit s'implantait l'idée de plus en plus pressante qu'il existait un réservoir sous la barrière du diaphragme, au milieu du mésentère et je n'aurais pas hésité à aller directement sur lui; mais il me fallait ménager tous les organes pour éviter les critiques.

« Jusqu'à nos jours, dit-il, le passage du chyle dans le parenchyme hépatique ne fut qu'une supposition ; ce n'était pas la vérité et on attribuait ainsi le privilège immérité de la fabrication du sang à un viscère destiné à une autre fonction.

« Je voulus examiner, un à un, avec un soin minutieux tous les vaisseaux lactés se dirigeant vers le foie pour voir si, par quelqu'un d'entre eux, le chyle aboutissait à cet organe. J'observai de tous côtés les petits canaux lactés du mésentère, je n'en trouvai aucun qui se rendit au foie. » Il incise la veine cave inférieure, aucune trace de chyle ne blanchit ces vaisseaux.

« Et ne te fie pas à mes yeux, ô lecteur, ajoute-t-il, bien qu'ils fussent fixés grands ouverts sur un spectacle si probant ; il y avait des témoins tenant à la vérité plus qu'à moi, et dont j'avais moins à espérer le pardon qu'à redouter les éclats de rire, si je me trompais.

« Toi-même, si j'ai stimulé ta curiosité depuis quelque temps, si je t'ai excité à une louable entreprise, aie du courage, descends dans l'arène.

« Celui-là est un lâche, qui, craignant la peine, se fie toujours à ses oreilles, et, assurément, l'on n'est pas digne de connaître la vérité, lorsqu'on embrasse une erreur qu'on pourrait dissiper. »

Certain que les veines énumérées ne recevaient pas le chyle, Pecquet fend le diaphragme avec précaution, et, sous l'aorte, à la naissance des artères diaphragmatiques, il voit que les deux canaux lactés se réunissent pour former un grand réservoir pour le chyle. « Alors substituant les doigts aux yeux, je tâte le refuge du chyle, appuyant l'index sur tous ces points, et voilà, ô merveille! qu'il s'affaisse facilement sans résister aux doigts qui le compriment. Sa mollesse, ses soubresauts, quand je pressais par saccades, démontraient l'existence d'une ampoule d'une assez grande capacité, cachée par le mésentère. Enfin, mon scalpel prudent dégage les enveloppes qui la voilent, sans toutefois la séparer de l'aorte...

« Ainsi fut enfin dévoilé le sanctuaire retiré du chyle, le réservoir cherché avec tant de peine. »

Il précise sa position, ses moyens de fixité, ses rapports; mais son esprit n'est pas encore satisfait, il se demande par quels canaux le chyle se rend dans ce lac, qu'épuise constamment l'écoulement du chyle à travers le thorax.

« Le crépuscule de la vérité qui ne connaît pas le repos, ne souffre pas que je sois plus longtemps dans les brouillards des conjectures et des hypothèses obscures. »

Il pose des ligatures sur les vaisseaux lactés du mésentère qui se gonflent de suc; puis, il déchire sur le champ la paroi du réservoir; le chyle qu'il contient s'écoule; il desserre alors les liens des vaisseaux lactés du mésentère, gonflés de suc ; le chyle arrive à flots dans le réservoir. Tous les doutes s'évanouissent devant l'éclatante vérité.

Au cours de ses recherches, il constate que le pancréas d'Aselli n'existe pas en tant que glande individualisée; il trouve à sa place quelques ganglions que traverse le chyle. Il découvre aussi les valvules des veines lactées.

Chapitre VI. — Son sixième et dernier chapitre commence ainsi : « Tu connais donc, lec-
« teur, toute l'histoire des veines lactées. J'ai
« resserré dans l'espace de trois dissections le
« travail assidu de près de trois années pour
« que tu puisses, en perdant aussi peu de temps
« que possible, te débarrasser d'idées fausses.
« Le sacrifice de trois chiens te donnera ce que
« la dissection de plus de cent animaux m'a en-
« fin livré avec peine. »

Ces recherches, en effet, n'ont pas été faites seulement sur le chien, mais sur la plupart des animaux domestiques : bœufs, chevaux, moutons, porcs.

Il n'a pas poursuivi ses recherches sur l'homme parce qu'il a respecté l'être plus sacré que les bêtes brutes, mais il affirme que les canaux lactés existent aussi chez l'homme. « Pour que tu ne ries pas de mes assertions, en disant que j'ai fait naufrage dans le port, puisque je n'apporte pas d'expériences sur l'homme... », j'apporterai l'important témoignage du très célèbre Gassendi. Ce dernier affirme que l'illustre Peireschius a vu des veines gonflées de lait dans le mésentère d'un bandit, ouvert peu après le supplice. « Donc Peireschius, dit Gassendi, prit soin d'abord que le condamné mangeât en toute tranquillité des mets excellents, avant qu'on lui annonçât la condamnation à mort, cela pour que le chyle apparût lactescent lorsqu'on irait le chercher. Puis,

plus d'une heure et demie après la pendaison, on fit transporter le corps à l'amphithéâtre d'anatomie. Ce fut exécuté si rapidement que les veines lactées se montrèrent toutes blanches une fois l'abdomen ouvert et qu'on put recueillir du liquide lacté par quelques vaisseaux sectionnés. Cela certes, parut merveilleux. »

Pecquet ajoute : Gassendi assistait lui-même à ce spectacle ; il me l'a confirmé de vive voix, il y a quelque temps, lorsqu'il était à Paris.

Il termine ce dernier chapitre en invoquant le témoignage d'hommes éminents, professeurs ou chirurgiens : Jacques Mentellus, Pierre Mersenne, Louis Gayant, de Paris, etc..., qui, pour l'amour de la vérité, étaient devenus les spectateurs très attentifs de ces expériences.

Ce mémoire produisit dans le monde savant, au moment de son apparition, un effet dont nous ne pouvons aujourd'hui comprendre l'ampleur. L'exposé de la question y était fait avec une clarté parfaite, avec un art didactique supérieur. Par le style élégant et orné, l'auteur avait su faire partager au lecteur son émoi dans la recherche, sa joie dans la découverte.

Le 20 décembre 1651, Thomas Bartholin écrit de Copenhague à Hermann Conringius, professeur à Helmstadt : « Le Français Jean Pecquet a observé dans une dissertation récente, par un bonheur inouï, au-dessus de son âge (il avait 29 ans), un nouveau réservoir du chyle sous le mésentère, suçant le chyle des veines lactées du mésentère et le refoulant par des canaux blancs, d'un trajet continu, jusqu'aux vaisseaux sous-claviers. Le chyle arrive ainsi dans la veine cave, mêlé au sang pour être enfin transmis au cœur; mais, vers le foie, il n'a vu aller aucune veine lactée. « Toutefois, Thomas Bartholin pense encore que certains chylifères vont au foie ; il réserve d'ailleurs, son opinion jusqu'après des recherches faites sur un ours, qu'il conserve à cette intention, et sur un homme, condamné à mort, que son très Auguste Roi lui a promis pour des expériences, auxquelles il doit assister. »

Conringius répond à Bartholin, le 6 février 1652 : « Ces observations anatomiques de Pecquet, recueillies par vous avec tant de soin, m'ont extrêmement intéressé; vous avez allumé en moi le désir de voir cette chose nouvelle et je vais me mettre à disséquer quelques chiens vivants... »

En janvier 1652, Frédéric Arnisœus, de Copenhague, écrit d'Helmstadt à Bartholin sur le même sujet; il ajoute en P.-S. : « Combien nous vous devrions, éminent Bartholin, si vous pouviez nous faire parvenir un exemplaire calligraphié du mémoire de Pecquet. Je suis certain que mon ami Samuel Megerus participera aux frais de copie. » Au mois de mars de cette même année (1652), Anisœus écrit encore à Bartholin : « Je vous ai dit le vif désir que j'avais de lire le nouveau mémoire de Pecquet, dont je loue le bonheur et l'habileté. D'un coup, cette découverte renverse les objections de Galien et les petits raisonnements des médecins en faveur du foie. Nous devons donc des louanges à Pecquet ».

En mai 1652, Bartholin répond à Arnisœus : « Je me réjouis de ce que la découverte de Pecquet vous a été connue par moi ». Il ajoute ensuite des réflexions qui montrent combien les meilleurs esprits avaient à ce moment de difficultés pour vaincre les idées transmises par la tradition: « Je ne puis pas cependant encore abandonner le foie, dit-il, quoique, je sois favorable au cœur. Pecquet nie que les vaisseaux blancs d'Aselli aillent au foie; cependant ils ont été vus par tous jusqu'à présent. » Et cet esprit éminent hésite : « Par Junon, dit-il, est-ce une illusion, je les ai montrés et pas une fois, et encore je combats pour eux, quoique mon esprit ait commencé à vaciller ». En effet, Thomas Bartholin était, en ce moment, dans la voie qui devait le conduire à la magnifique découverte générale des lymphatiques du corps. Les vaisseaux qu'il avait vus allant du pancréas d'Aselli au foie, venaient en réalité du foie : C'étaient les lymphatiques de cet organe.

« J'ai vu bien des choses nouvelles, ajoute-t-il, et, si je ne me trompe, je présenterai bientôt un nouveau genre de vaisseaux, dont je n'ose encore parler publiquement, avant d'avoir confirmé mes pensées par de nouvelles recherches, si bien, qu'à cause de celles-ci, Pecquet pourrait bien avoir raison. »

« Des nuages s'amoncellent qui vont se résoudre en une pluie féconde et arroser le champ de l'anatomie. »

Quel admirable spectacle offre à nos regards ce XVII^e^ siècle, où les savants de nationalités diverses fouillent avec passion et enthousiasme le corps humain, échangent entre eux les découvertes qu'ils font, se communiquant leurs impressions en cette belle langue latine, qui était à ce moment la langue scientifique universelle.

Le nom de Pecquet est sous la plume de tous

les savants de l'Europe : les éloges les plus enthousiastes sont décernés à ce jeune homme de 28 ans, *suavissime Pecquete, oculatissime Pecquete* très clairvoyant Pecquet, qui, à l'âge où l'on s'adonne aux plaisirs stériles, a illustré son nom par une découverte admirable; on loue sa jeunesse, son bonheur, sa science, son habileté.

Dans l'histoire anatomique des vaisseaux lactés thoraciques, imprimée à Paris en 1653, Thomas Bartholin s'exprime ainsi, à la page 14 : « Récemment, pour la gloire éternelle de son nom, Jean Pecquet, de Dieppe, médecin parisien, a affirmé publiquement, à Paris, en 1651, le trajet du chyle, après trois ans d'observation.

C'est donc bien l'année 1651 qui doit être choisie pour la date de la découverte de Pecquet. Beaucoup d'auteurs indiquent l'année 1647; d'autres, comme notre Sappey, continuateur de Pecquet par ses travaux sur les lymphatiques, donnent l'année 1649. Ces divergences s'expliquent par ce que nous avons dit : Pecquet a commencé ses recherches avant 1647; il a marché vers la vérité pendant trois années, en multipliant ses travaux; mais, il n'a été en état d'affirmer ses découvertes qu'au 1er janvier 1651, quand il a signé son épître liminaire à l'Evêque d'Agde, pour la première édition de son mémoire — question d'ailleurs secondaire.

La plupart des anatomistes étrangers, Thomas Bartholin en tête, s'étaient nettement prononcés pour l'anatomiste français. Alors contre Pecquet et Bartholin, solidarisés par la communauté des idées, se dresse, brandissant les foudres classiques, le professeur Jean Riolan.

A Jean Riolan, l'anatomiste le plus grand du monde et de la Ville de Paris, Joanni Riolano maximo orbis et urbis Parisiensis Anatomico, écrivait Thomas Bartholin en tête de la préface de son mémoire : « Vaisseaux lymphatiques et obsèques du foie » (« Vasa lymphatica et hépatis exsequiæ », Paris, 1653), sans doute pour calmer le puissant et redouté personnage.

Jean Riolan (1580-1657) est, en effet, par sa situation, la personnalité la plus importante du monde des anatomistes. Et c'est lui qui va combattre Pecquet et Bartholin, au nom de la science traditionnelle.

Il a déjà combattu Harvey et la découverte de la circulation. De caractère agressif et violent, il se plaît aux controverses, et, il est resté plus célèbre par ses polémiques en faveur des erreurs que par ses découvertes. Son nom s'est conservé dans les traités d'anatomie avec le faisceau fibro-musculaire qui part de l'apophyse styloïde sous le nom de bouquet de Riolan. Sorte de dictateur de l'anatomie, il repousse toutes les idées nouvelles contraires à la tradition.

Son mémoire « *Opuscula nova anatomica Judicium novum de Venis lacteis* » (Paris, 1653) est précédé d'une lettre qu'il adresse, lui, le Maître le plus ancien de l'Ecole, aux très illustres médecins, docteurs de l'Ecole de Médecine orthodoxe de Paris, gardiens de la vraie médecine Hippocratique ». Elle est d'un style pompeux, écoutez : « Votre Ecole est de toutes la plus ancienne puisqu'elle fleurit dans l'étude depuis 600 ans ; elle se tient encore pleine de gloire; aux divers temps, elle a produit les médecins les plus illustres et toujours elle a cultivé religieusement la vraie médecine d'Hippocrate et de Galien. Sous vos aupices, j'entreprends de détruire des paradoxes pernicieux pour la vie humaine et déshonorants pour votre art, à savoir que le foie, dans notre corps, est une partie sans activité, obscure et destinée non pas à élaborer du sang avec le chyle mais à secréter et à collecter la bile. Ce paradoxe inouï et très faux, je l'ai refuté par ces mémoires, et, en même temps, j'ai indiqué : les vraies sources du chyle et du sang, les unions, c'est-à-dire les anastomoses des veines Porte et Cave, dans lesquelles le mouvement du sang est accompli comme dans la mer Océan et Méditerranée. » Il veut s'opposer aux conséquences d'une doctrine aussi pernicieuse, afin qu'elle ne se répande pas plus longtemps, au grand préjudice de l'art médical et de la santé publique.

« Depuis quatre années, dit-il, une nouvelle Ecole s'est élevée; certains anatomistes novices, recherchant la vérité sur ce point, avec des mains et des yeux curieux, nient l'existence de ces rameaux allant au foie, mais ils ont trouvé deux rameaux, quelquefois un seul, qui montent couchés suivant la longueur de la colonne vertébrale dorsale jusqu'aux vaisseaux axillaires, et, ils affirment que c'est dans ces rameaux que le chyle blanc est contenu. »

« De cette observation, Pecquet et Bartholin concluent que le chyle va par ces rameaux thoraciques au cœur et qu'il ne va pas du tout au foie ; ils concluent aussi que l'hématose, aux dépens du chyle, se fait dans le cœur et que ce sang chyleux, grossier et non cuit, est digéré (cuit) pendant sa circulation dans les veines et les artères. »

« L'anatomiste danois Bartholin, homme instruit, soutient qu'on trouve dans toutes les parties du corps des vaisseaux qu'il nomme vaisseaux lymphatiques, en écrivant un livre sur

eux; il combat pour Pecquet dans certaines « Questions anatomiques » écrites contre Riolan. Le foie va donc être déchu de sa puissance s'il n'est soutenu et vengé d'une main ferme; c'est ce que j'ai tenté en prenant sa défense. »

Il termine ainsi sa lettre : « Très honorés collègues, favorisez mes projets et écartez de votre école hippocratique les novateurs dans nos arts et les promoteurs de telles opinions. »

Par conséquent, il contredit à la fois les découvertes de Pecquet et de Bartholin. Celui-ci terminait un de ses mémoires par un chapitre intitulé : « Après la découverte des vaisseaux lymphatiques, obsèques du foie. » Il y donne même l'humoristique épitaphe qui doit être gravée sur le tombeau de ce noble viscère. Riolan publie en réponse la « *plainte du foie, enterré et ressuscité, aux médecins parisiens.* » Le foie plaide sa cause lui-même : « Qu'il me soit permis, dit-il, d'en appeler à vous du jugement inique prononcé contre moi, dans cette ville de Paris, par un jeune Pecquet, juge téméraire et ignorant, qui veut m'enlever la faculté de fabriquer le sang et me réduire à un vil ministère.

« Dans l'Académie de Copenhague encore, un jeune anatomiste, Bartholin, a confirmé ce triste jugement, a célébré mes obsèques et écrit mon épitaphe ! Sortant de ma sépulture, je proteste devant vous, juges équitables... » Et le foie continue modestement : « Je n'envie pas sa dignité au cœur, mais qu'on me conserve la mienne. Si on me la refuse, les sectaires de Pecquet engendreront ma ruine et celle de l'humanité. Cette injustice ne la veuillez pas et détournez de votre Ecole une telle peste. »

Ceci est plutôt joyeux. Mais Riolan est plus acerbe.

« Bartholin, dit-il, loue le style de Pecquet. Ce n'est pas immérité; on y trouve en effet les ornements littéraires des rhéteurs jésuites, avec lesquels Pecquet a vécu quelques années dans le collège de Clermont (à Paris), où il était pédagogue des jeunes gens nobles. Quand il a commencé à écrire, il était encore étudiant (philiater); il n'avait obtenu aucun grade de l'Académie de Paris : ne l'appelez donc pas médecin parisien, car notre Ecole n'a jamais produit ou n'a jamais supporté de tels monstres d'esprit (talia ingenii monstra nunquam nostra schola protulit aut passa est). »

Pecquet et ses partisans ne manquent pas de répondre avec la même vivacité à ce vieillard jaloux de la jeunesse. Le ton de la polémique, que je ne puis exposer en détail sous peine de répétitions oiseuses, est donné par une pièce de vers latins qui termine l'édition de 1654. En voici le titre : A Jean Pecquet, docteur médecin de Montpellier, anatomiste d'une exquise habileté et mon ami particulièrement cher (F. T. P.) je dédie cet anagramme contre Jean Riolan, médecin et autrefois le premier des anatomistes.

Avec Joannes Riolanus en transposant les lettres, il fait l'anagramme : Lanius ore insano, c'est-à-dire, Jean Riolan, boucher à l'haleine malsaine ou boucher au langage insensé.

La pièce est longue. Voici un exemple des aménités servies à Riolan : « La honte le brûle et les découvertes récentes l'abattent lui qui, même vieillard, n'a rien découvert de neuf. Je me trompe. Par lui a été découvert, dans la sphère de nos connaissances, un muscle gros comme la queue d'une souris. Ce n'est pas une raison pour que ce petit muscle découvert te vole, ô Pecquet, le chyle, brise tes vaisseaux lactés et ronge ton œuvre. » De cette polémique, Pecquet est sorti vainqueur dès la première heure. Le 1er juin 1654, le docteur Mathieu Chatelain, d'Agde, qui avait pris son inscription pour le Doctorat en même temps que Pecquet, mais avec Soliniac pour président, a chanté sa victoire en une lettre adressée au très illustre Jean Pecquet, docteur médecin anatomiste très consciencieux (diligentissimus). En voici la teneur : « Comme rien ne m'a été plus cher que la vérité, sous les auspices de laquelle il est glorieux de tout tenter, je ne puis aujourd'hui, poussé par la force de cette vérité même, passer sous silence les choses que j'ai vues, touchées, et qu'avec moi a admirées, avec de grands applaudissements dans son theatrum anatomicum, la très célèbre Académie de Montpellier. Il est très vrai que des troubles graves ont été provoqués dans cette Ecole, au moment où le cœur était proclamé comme l'unique siège de la sanguification, au moment où vous souteniez énergiquement que cette si grande vérité était attestée par la découverte faite par vous, avec tant d'habileté, des canaux lactés, portant le chyle dans le cœur lui-même, par les veines sous-clavières. Mais enfin, vaincus par la vérité même, et le tumulte apaisé, les contradicteurs ont été forcés de s'incliner et de vouer votre nom à l'immortalité... Je ne dirai pas avec quelle vigueur d'esprit vous souteniez dans les examens et dans la soutenance de trois jours (tandis que vous briguiez le laurier d'Apollon) la sus-dite sanguification et circulation, parce que j'estime que cela est connu de tous.

« C'est chose trop récente, trop souvent répétée par moi, pour que je redise que vous avez admirablement démontré les vaisseaux lymphatiques et le canal de Wirsung avec votre incroyable habileté de main, non seulement à Montpellier, mais à Paris devant les plus illustres médecins, devant les plus habiles chirurgiens, et devant les savants les plus éminents.

« Mais je dirai, en juge très juste, qu'il n'y a rien de plus puissant que la vérité pour persuader, pour combattre, pour vaincre.

« Appuyé sur elle, vous avez glorieusement atteint le but heureux et choisi. Ami de cette vérité, je m'enorgueillis de la proclamer.

« J'en dirais davantage, homme très illustre, car la matière ne manque pas, si je ne craignais de faire injure à votre livre si savant. »

A mon tour, je crois devoir arrêter là cette revue documentaire, estimant faite la preuve de l'effet produit par le mémoire de Pecquet dans le monde des anatomistes.

CONCLUSIONS

Quand on s'est adonné au plaisir des recherches historiques sur un personnage ou sur une époque, une des premières impressions ressenties est que l'histoire est très difficile à faire, qu'elle est encombrée d'erreurs qui se perpétuent de génération en génération, cachant ou altérant la vérité.

Pecquet a été ainsi victime d'une sorte de légende, d'après laquelle il a découvert la citerne qui porte son nom, par hasard, au cours d'une dissection sur un chien, pendant qu'il était étudiant à Montpellier, en 1647, suivant les uns; 1649, suivant les autres. D'après tout ce que j'ai lu, ce récit a son origne dans un passage de la note déjà signalée du Père chartreux Bonaventure d'Argonne, et que voici : « Ce ne fut que par rencontre, lorsqu'il étudiait en médecine à Montpellier, qu'il trouva le réceptacle du chyle et le canal thoracique par lequel le chyle coule dans les veines. Mais il sut si bien user de ce que le hasard lui offrait et s'expliqua en si bon termes et avec tant de netteté, qu'il en eut autant d'honneur que s'il l'avait trouvé par ses recherches et par ses soins. Cela le fit connaître à toute l'Europe, en un âge où à peine aurait-il osé lever les yeux sans ce coup de fortune. »

D'Argonne écrivait en 1700; il avait connu et fréquenté Pecquet; on a cru ce qu'il racontait et on l'a répété. Or, sous les apparences de la véracité, il n'y a que des choses fausses. De plus en plus, je crois que le saint homme avait, au fond, peu de bienveillance pour l'anatomiste novateur; bonhomie cache souvent malice. La légende, issue de cette note doit être, en vérité, définitivement repoussée. Sous son influence, l'importance de l'œuvre de Pecquet s'est peu à peu amenuisée jusqu'à en devenir banale.

« Oui... Pecquet, l'homme à la citerne », a-t-on l'habitude de dire avec un léger sourire, quand on parle de lui, comme l'on dirait d'un homme, qui, au cours d'une promenade, aurait découvert d'un pied surpris une citerne cachée sous le sol depuis la plus haute antiquité. Chose curieuse, Pecquet ne s'est jamais servi de ce mot citerne, qui semble avoir été employé pour la première fois par Bartholin au chapitre VI de son histoire anatomique des vaisseaux lactés thoraciques. Il dit là que le chyle se réunit dans le Receptaculum de Pecquet, comme dans une citerne (tamquam in Cisterna) — mot inexact s'il en fût, je n'ai pas besoin de le dire — et fâcheux, car il a dénaturé la découverte de Pecquet. Celui-ci n'a pas vu seulement le *Receptaculum chyli*; il a établi la circulation du chyle et de la lymphe. Sans cette découverte, la physiologie erronée de Galien ne pouvait être démolie. Harvey a recueilli une gloire immortelle pour la découverte de la grande circulation du sang — c'est justice — mais, enfin, quand on regarde l'histoire avec un long recul, on est absolument surpris de voir qu'il ait fallu quatorze siècles pour arriver à la vérité sur la circulation générale du sang. On faisait des amputations et l'on voyait le sang jaillir des artères, qu'Ambroise Paré liait; on faisait des saignées. On continuait cependant à attribuer au courant du sang dans les veines une direction contraire à celle qu'il avait. On reste confondu devant une telle constatation; et, vraiment, comme le disait récemment, après Ch. Richet, un collègue américain qui parlait dans notre Faculté, ce défaut d'observation qui maintient dans l'erreur pousse à dire que l'homme est souvent stupide.

Pour la circulation de la lymphe et du chyle, les difficultés étaient tout autres : les lymphatiques sont peu visibles à l'état normal; seul, les chylifères pendant la digestion, apparaissent en traînées argentées. Aselli les avait vus, mais n'avait pas su les suivre jusqu'au boût de leur course. Harvey croyait encore qu'ils allaient au foie.

Pecquet voit dans le sang de la veine cave supérieure quelques gouttes d'un liquide blanc; de ce fait, qu'un esprit moins attentif eût laissé passer, il arrive par l'application

d'une méthode scientifique rigoureuse à une démonstration irréfutable de la circulation lymphatique.

Il a vu couler quelques ruisselets blancs dans la veine cave supérieure, et il remonte à la source lointaine dans la région lombaire, jusqu'à ce *receptaculum*, où il voit confluer les vaisseaux chylifères qui l'alimentent. Il arrive à sa conclusion, en procédant avec réflexion, avec prudence; sa marche vers la vérité peut servir d'exemple à l'application des règles de la méthode Cartésienne. Rien n'est dû au hasard dans la découverte de Pecquet; il varie ses dissections et ses expériences, pendant plus de trois années sur des centaines d'animaux divers. Quand il écrit ses « experimenta nova anatomica », il est sûr de son fait. La postérité n'a fait que corroborer ses conclusions.

Ai-je besoin d'ajouter que ces dissections étaient d'une réelle difficulté pratique; qu'il fallait une idée directrice puissante pour guider des doigts habiles?

Récemment, à propos d'un concours pour l'adjuvat d'anatomie, le candidat a eu pour épreuve de refaire la préparation même de Pecquet sur le chien. Nous nous sommes bien rendu compte des difficultés techniques que soulève cette recherche et nous avons compris les difficultés à vaincre, les difficultés vaincues, et la vérité de cette pensée : le Génie n'est qu'une longue patience.

Auteur de la découverte de la circulation lymphatique, Pecquet occupe donc une place à part dans l'histoire anatomique de la première moitié du XVII^e^ siècle.

La science n'a pas de Patrie, a-t-on dit; sans doute, en ce sens que le progrès humain résulte de la mise en commun et en œuvre des efforts de tous les hommes de bonne volonté qui travaillent, sans distinction de pays. Mais dans cette marche de l'humanité vers le progrès, chaque nation apporte sa part respective, et chacune a le droit de se glorifier de ceux de ses fils qui apportent la contribution la plus belle.

La révolution anatomique du XVII^e^ siècle est un bel exemple de cette communauté dans l'effort : à côté du belge André Vesale, de l'espagnol Michel Servet, de l'anglais William Harvey, de l'italien Gaspard Aselli, du danois Thomas Bartholin se place le français Jean Pecquet.

Dans ce magnifique essor de la pensée humaine vers la vérité, Jean Pecquet a représenté la France avec grand honneur.

Que sa mémoire reçoive donc aujourd'hui, dans cette Ecole, où il a brigué et obtenu le laurier d'Apollon, et, plus particulièrement, dans ce theatrum anatomicum, où il a montré ses dissections et refait ses expériences, où il a parlé, où il a été applaudi, l'hommage de notre reconnaissance et de notre admiration.

Professeur GILIS,
de la Faculté de Médecine
de Montpellier.

REVUE INDUSTRIELLE

LA NAVIGATION AÉRIENNE COMMERCIALE

I

L'Aviation commerciale est née des progrès techniques et pratiques qui ont été réalisés pendant la guerre. Dès septembre 1918, l'administration des Postes et Télégraphes fait des essais de service aérien postal entre Paris et Saint-Nazaire par le Mans et Chartres. Jusqu'en juin 1919, le bureau d'aéronautique civile au Ministère de la Guerre, le Grand Quartier général sur le Rhin continuent ces essais et obtiennent quelques résultats encourageants.

Mais c'est à partir de la création du service de la navigation aérienne (septembre 1919) et de celle du sous-secrétariat d'Etat de l'aéronautique et des transports aériens que commence la véritable politique aérienne commerciale de la France. Avec le général Duval, avant la création du sous-secrétariat d'Etat ; puis lors de cette création avec M. P.-E. Flandin, notre premier Ministre de l'air ; enfin avec notre Ministre actuel, M. Laurent Eynac, cette politique s'est affirmée avec des directives précises, avec un sens très net des besoins du nouveau mode de transport, avec une puissance de réalisation, qui ont fait l'admiration des ingénieurs et des hommes d'affaires étrangers au dernier Congrès de la navigation aérienne (Novembre 1921).

Des trois grands services qui secondent notre Ministre de l'air, deux sont bien connus par les merveilleux résultats obtenus pendant la guerre; ce sont le service technique de l'aéronautique et le service des fabrications de l'aéronautique. Dirigés pendant la guerre et depuis l'armistice par des hommes d'une compétence indiscutable, ils rendent au nouveau mode de transport des services appréciés de tous.

Le troisième service, celui de la navigation

aérienne, a été chargé de l'organisation des lignes aériennes et du contrôle de l'utilisation commerciale des lignes de transport. Ici tout était à créer. Aucune organisation similaire n'avait fonctionné dans aucun pays.

Ce service a eu le bonheur d'être dirigé depuis sa création par un véritable organisateur aux vues nettes et précises ; par un homme ayant une grande puissance de travail, qui a dirigé effectivement les rouages compliqués d'un service aussi étendu; j'ai parlé de M. le colonel Saconney. Je suis heureux de manifester ici toute l'admiration que j'éprouve pour l'édifice qu'il a construit entièrement, pour les beaux résultats obtenus ; résultats qui, de l'avis même de nos rivaux et de nos ennemis, ont donné à la France le premier rang dans l'exploitation du domaine de l'air. (1)

Mais M. le Colonel Saconney sera certainement de mon avis si j'ajoute que son succès n'a été si complet que parce qu'il a trouvé parmi les constructeurs d'avions des hommes qui lui ont donné le concours le plus complet. C'est M. Bréguet qui met au service du nouveau mode de transport toutes les ressources techniques de ses usines, qui est un des fondateurs de la première compagnie de transports aériens et qui ne cesse de mettre au service de l'aviation commerciale son talent de conférencier et sa foi d'apôtre. Ce sont les frères Farman qui créent le premier service aérien international et font sur le parcours Paris-Bruxelles des essais concluants. C'est M. Latecoère qui, au cours de l'automne 1919, a l'audace de créer le véritable premier service aérien de l'avenir en établissant la ligne Toulouse-Casablanca, qui met notre belle colonie du Maroc à trente heures de la Métropole. C'est enfin M. le Général Duval qui, en 1920, organise à travers les pays de l'Europe Centrale la ligne Paris-Varsovie. Pour être équitable, il faudrait d'ailleurs citer les noms de tous les fondateurs de nos usines d'aviation, de tous ceux qui dirigent avec tant d'autorité notre Chambre Syndicale des Industries Aéronautiques.

Je me propose d'exposer cette œuvre due à la solidarité des constructeurs d'avions et du Service de la Navigation aérienne.

Je diviserai cette étude en deux parties. Dans la première, je dirai quelles sont les conditions générales d'établissement d'une ligne de transports commerciaux ; dans la seconde partie, je résumerai l'état actuel des lignes aériennes.

(1) M. le Colonel Saconney a publié dans la *Revue de France* (15 mars 1922) un travail très remarquable sur les directives de la Navigation Aerienne Commerciale : nous prions le lecteur de se reporter à cet article, qui complète heureusement celui-ci.

II

La question du *matériel de transport* est une des plus importantes à examiner en premier lieu.

Ce matériel de transport doit avant tout inspirer confiance. *La sécurité* est une qualité primordiale dont la réalisation doit être aussi complète que possible. Les accidents et même les incidents frappent le public et lui font oublier les performances réalisées.

Actuellement, tant qu'un avion est en l'air et, par conséquent, que son moteur fonctionne dans de bonnes conditions, il n'y a pas lieu, dans des conditions atmosphériques normales, de craindre un accident. On sait construire des voilures (cellules, gouvernails, stabilisateurs) qui ne cassent pas pendant le vol. Seules des conditions atmosphériques tout à fait anormales, en particulier la brume, peuvent causer des accidents aux avions en vol.

L'atterrissage et le départ d'un avion présentent certainement des dangers, quand ils doivent se faire à l'improviste. Sur des terrains appropriés et connus du pilote, ces manœuvres se font dans les meilleures conditions pour les voyageurs et pour l'appareil.

Il importe donc d'avoir un moteur dont le fonctionnement soit aussi *régulier* que possible et qui présente des qualités de *souplesse* permettant au pilote de régler sa marche suivant les nécessités du vol, sans crainte d'arrêt. Il faut un moteur ayant de bonnes reprises et donnant au pilote l'impression qu'il en est entièrement maître et qu'il peut l'utiliser à divers régimes, aussi bien à toute puissance qu'à puissance réduite.

Il est, en particulier, désirable que le fonctionnement normal d'un moteur d'avion ne nécessite pas plus des 2/3 de la puissance maxima, 1/3 de cette puissance restant disponible pour s'élever dans l'atmosphère en cas de nécessité, pour lutter contre les conditions climatériques défavorables. Un moteur qui ne peut fonctionner qu'à sa puissance maxima s'use vite et nécessite des visites fréquentes.

Cette sécurité provient de la solidité des pièces mécaniques, de la qualité des matières premières, de leur traitement mécanique et thermique, de la précision et du fini de la construction, de la diminution de la fatigue des divers organes (1).

On peut actuellement construire des moteurs dont le poids par HP descend au-dessous de 1 kg. Mais ces moteurs doivent être revus complète-

(1) Voir à ce sujet *Commandant Martinot-Lagarde.* Les moteurs d'aéronefs destinés au service commercial.
(Premier Congrès International de la Navigation Aérienne, Rapports, T. I, p. 77).

ment après une marche de 50 heures, ce qui occasionne des frais d'entretien incompatibles avec une utilisation commerciale.

La légéreté excessive n'est pas ici de mise ; elle doit, dans une certaine limite, céder le pas à la *robustesse*.

Il paraît nécessaire d'obtenir, pour les moteurs, une durée de marche, sans démontage immobilisant le matériel, d'au moins 200 heures. Au lieu d'avoir des moteurs nus pesant 1 kilo par HP, il est bon d'avoir des moteurs pesant 1 kg. 5 par HP.

Mais la sécurité du fonctionnement d'un moteur tient aussi à tout ce qui intéresse les dispositifs de carburation et d'alimentation, d'allumage du mélange explosif, de graissage et de refroidissement.

Sans entrer dans les détails de ces dispositifs, nous pouvons faire à propos d'eux quelques remarques.

L'essence doit arriver au carburateur par l'effet de la pesanteur, autrement dit doit être en charge sur ce carburateur.

On obtient ce résultat au moyen d'un réservoir placé au-dessus de ce carburateur. Ce réservoir peut contenir toute l'essence embarquée sur l'avion ou n'en contenir qu'une partie. Dans ce dernier cas une pompe envoie l'essence du réservoir principal dans le petit réservoir qui prend nom de nourrice, le réservoir principal étant, par exemple, placé dans le fuselage. Dans le premier cas le réservoir principal joue le rôle de nourrice ; on le place alors au-dessus de la voilure, comme dans les avions Spad. Ce dispositif, outre qu'il supprime la pompe cause de panne, a l'avantage d'éloigner l'essence des moteurs et, par conséquent, de diminuer les chances d'incendie.

Le graissage joue un rôle vital pour la conservation du moteur. La pompe de circulation doit être d'un fonctionnement très sûr et le filtrage de l'huile doit être fait avec le plus grand soin. La meilleure huile de graissage est actuellement l'huile de ricin. Mais ses vapeurs mélangées aux gaz d'échappement sont susceptibles d'incommoder les voyageurs ; il est donc nécessaire d'éviter que de telles vapeurs envahissent la cabine de voyage.

Lorsque le moteur est unique, il est placé à l'avant du fuselage avec l'hélice directement fixée sur son axe (hélice en prise directe). Il est bon que le pilote puisse en surveiller le fonctionnement, c'est-à-dire que le poste de pilotage soit à l'avant de la cabine des passagers et non à l'arrière comme dans un grand nombre d'appareils actuels. Certains appareils étrangers, le monoplan Fokker IV, le monoplan de Haviland 29, ont leur poste de pilotage immédiatement derrière le moteur. De plus, pour diminuer les risques d'incendie, le poste de pilotage doit être séparé de la cabine des passagers par une cloison ignifugée.

Dans les grands appareils polymoteurs, les moteurs peuvent être, soit isolés dans des fuselages indépendants situés de part et d'autre du fuselage principal réservé à la commande de l'appareil et au fret (passagers ou marchandises) ; soit concentrés dans une chambre de machines placée dans le fuselage central.

La répartition des moteurs à bord dépend de différents facteurs : maniabilité, visibilité, économie d'entretien, accessibilité.

La maniabilité est maximum avec les monomoteurs ou les moteurs groupés dans une nacelle centrale. La sécurité s'accroît avec le nombre de groupes motopropulseurs complètement indépendants et avec la facilité d'accès et d'entretien en vol. Il est utile que l'avion puisse continuer sa route avec l'un au moins de ses moteurs arrêté; on arrive ainsi à placer à bord au moins trois moteurs. Le groupement des moteurs en une seule chambre des machines facilite l'entretien et la surveillance à bord, mais entraîne des complications mécaniques pour la commande d'une ou de plusieurs hélices et des augmentations de poids par rapport au système de dispersion des moteurs avec hélices en prise directe. Cependant M. Bréguet est parvenu sur son Léviathan à ramener cette augmentation de poids à 300 grammes par HP, soit 300 kilos pour un moteur de 1.000 HP.

La cabine des passagers, les espaces réservés aux marchandises et à la poste, sont dans le fuselage central.

Les questions de confort ont une importance particulière au point de vue du transport des passagers. Il ne faut pas, en effet, oublier que ce mode de transport, en raison de son prix toujours élevé, ne sera probablement utilisé que par des personnes habituées au luxe et au confort le plus grand. Sauf dans des cas exceptionnels où le transport ultra-rapide primera toute autre considération, si les personnes voyageant par avion n'y trouvent pas autant et plus de confort que dans les places de luxe des trains ou des paquebots, elles abandonneront ce mode de transport.

La question de l'aménagement de la cabine a donc une très grande importance.

Il faut que les sièges soient suffisamment larges et profonds (de 55 à 60 centimètres) ; qu'ils aient une hauteur suffisante (au moins 60 centimètres);

qu'ils soient disposés pour permettre de placer les genoux et d'étendre les jambes.

Les voyageurs doivent pouvoir se déplacer pendant le vol, se promener dans la cabine. Celle-ci doit être placée dans le voisinage du centre de gravité de l'appareil, afin de permettre de voler avec un nombre quelconque de passagers.

Il ne faut pas imposer aux voyageurs le mutisme pendant plusieurs heures, faute de pouvoir se faire entendre par suite du bruit du moteur et de l'hélice. Il faut que, dans la cabine, on puisse tenir une conversation sans trop élever la voix. Il faut donc adapter un silencieux au moteur et construire les parois de la cabine de manière à leur permettre d'amortir le bruit. Ces précautions sont d'autant plus importantes que le bruit rend nerveux un très grand nombre de voyageurs ; il empêche aussi le pilote de remarquer les bruits anormaux du moteur et de tirer plein parti de la téléphonie sans fil.

Les voyageurs doivent pouvoir, par les fenêtres, avoir une bonne vue sur la campagne. S'ils n'ont pour tout horizon pendant deux ou trois heures que la perspective des plans inférieurs de l'aéroplane ou que celle des moteurs, ils ne recommenceront pas l'expérience. Si certaines places sont peu favorables à cet égard, il faut que le voyageur soit admis dans certaines parties de la cabine permettant une belle vue sur la campagne.

La cabine doit être bien ventilée et bien chauffée. Il ne faut pas que les voyageurs aient l'impression d'être trop enfermés et ne ressentent pas une impression d'étouffement, capable de provoquer le mal de l'air. De plus, il faut éviter que les gaz d'échappement des moteurs ne se répandent dans la cabine. Ces gaz contiennent de l'huile de ricin plus ou moins décomposée, ce qui provoque des malaises chez les voyageurs. C'est pour cela que certains directeurs de compagnie de navigation aérienne imposent maintenant aux constructeurs de placer les moteurs en dehors du fuselage central.

Il faut que les voyageurs aient l'impression de pouvoir, en cas d'accident, sortir de la cabine. Les portes de celle-ci doivent pouvoir s'ouvrir de l'intérieur ; les fenêtres doivent être assez larges pour permettre de livrer passage ; des issues doivent être prévues pour rendre la sortie possible, même en cas de retournement de l'appareil.

Il est bon de ne pas séparer les voyageurs de leurs bagages, les compagnies de chemin de fer ou de navigation n'acceptant pas, en général, de bagages non accompagnés. Dans la cabine des passagers doivent se trouver des espaces suffisants pour contenir les petits bagages. Mais, en outre, il doit être prévu un compartiment spécial pour quelques gros bagages et pour la poste.

Actuellement la cabine des voyageurs est souvent disposée pour une transformation en compartiment pour le transport des marchandises. Mais de telles affectations multiples, imposées par la limitation actuelle du trafic, tendront à disparaître dans l'avenir.

On ne tardera pas, en effet, à spécialiser les appareils suivant leur utilisation prévue.

a) Appareils pour *services postaux* à vitesses commerciales très grandes (180 km./heure) emportant relativement peu de poids.

b) Appareils à vitesses commerciales moyennes de 100 à 120 km./heure pour les *messageries ;* ces appareils devront être à gros tonnage et à grand rayon d'action pour éviter les transbordements.

c) Appareils à vitesses commerciales intermédiaires de 140 à 160 km./heure pour les voyageurs avec le maximum de sécurité et de confort.

La vitesse est, en effet, la caractéristique du nouveau mode de locomotion ; les transports aériens seront avant tout ultra-rapides.

III

Pour utiliser dans de bonnes conditions le matériel de transport que nous venons de caractériser, il faut établir des aéroports, points de départ ou d'arrivée des lignes aériennes ou même simples refuges des avions en cas d'atterrissage forcé ; il faut relier ces stations par des signaux de jour et de nuit, qui permettent au pilote de reconnaître sa route ; en d'autres termes il faut établir des *routes aériennes* (1).

Le tracé d'une telle route dépend de divers facteurs : commerce, sécurité de vol, économie, contrôle.

Au point de vue commercial, les routes aériennes doivent relier les grands centres de commerce international, qui sont souvent en même temps les grands centres politiques ; les nœuds les plus importants de voies de communication. Les itinéraires sont ceux des grands courants commerciaux entre les nations d'un même continent et entre les continents. Ici pas de ces ruptures de charge que nécessitent les transports ordinaires ; l'avion franchit d'un même vol les mers et certaines montagnes.

Toutefois, dans les conditions actuelles, la sécurité impose certains points de passage. C'est ainsi que pour se rendre en Angleterre, un avion

(1) Voir sur ce sujet *H. Terrisse.* Les Routes Aériennes. (Premier Congrès International de la Navigation Aérienne, Rapports, T. I, p. 120).

terrestre doit franchir le détroit à Calais, afin d'éviter de se trouver en danger sur une trop grande étendue marine. L'avion évitera en les contournant les montagnes trop inhospitalières. D'autre part, on tiendra compte dans le tracé de la ligne, en vue d'une meilleur jalonnement, de l'existence de vallées, de voies terrestres (routes, voies ferrées, canaux) des villes, des lacs, etc...

Au point de vue économique, on doit faire intervenir dans le tracé l'utilisation d'aérodromes déjà existants, créés soit par l'Etat pour les besoins de la guerre, soit par les villes pour les besoins utilitaires de commerce ou pour des besoins sportifs. Une telle utilisation est, en effet, susceptible de réduire dans des proportions considérables les frais d'établissement de la route.

Enfin le facteur contrôle (police, douane) joue dans la détermination des têtes de lignes.

C'est en essayant de satisfaire à toutes ces conditions que l'on a tracé le réseau aérien français, que nous décrirons plus loin.

Quand le tracé d'une route a été adopté, un jalonnement naturel est complété par un jalonnement artificiel et par des installations spéciales d'atterrissage. C'est cette opération que l'on désigne sous le nom de *balisage*.

Le *balisage* comporte les installations propres :

à marquer exactement l'emplacement des terrains ;

à indiquer le vent au sol ;

à signaler les obstacles.

La partie facilement atterrissable d'un aéroport est signalée par un cercle d'atterrissage de 25 à 50 mètres de diamètre, de couleur claire, tranchant sur le fond et portant le nom entier ou abrégé de la localité inscrit en grandes lettres sur un diamètre. Le pourtour du terrain, les fossés, les haies, les murs, sont également signalés. Chaque terrain possède en outre un *T d'atterrissage* représentant grossièrement un avion ; c'est une vaste girouette qui s'oriente dans le vent et reproduit la position que l'avion doit prendre pour atterrir; la carcasse du T est recouverte de toile blanche, afin de la rendre très visible.

La nuit, le balisage est tout à fait indispensable ; les terrains sont invisibles et des installations lumineuses sur le terrain ont une très grande importance. Chaque terrain possède un phare à intermittences variables permettant de reproduire l'indication du terrain par l'alphabet Morse. Ce phare électrique ou à flamme d'acétylène a une portée d'une cinquantaine de kilomètres. Le terrain ainsi repéré est éclairé lui-même par une batterie de projecteurs.

Les routes sont, en outre, tracées la nuit par des phares puissants qui ont des portées de 50, 100 et 300 kilomètres.

Sur chaque route tracée et balisée, il faut maintenant assurer une exploitation aisée et régulière

On y arrive d'abord en assurant des liaisons par télégraphie sans fil ou par téléphonie sans fil, soit entre les stations terrestres, soit entre la terre et les avions. Au réseau des routes aériennes est donc conjugué un réseau de T.S.F. destiné aux besoins de l'exploitation.

Un des services les plus réguliers qui incombe à la T.S.F. est la transmission et la diffusion des renseignements météorologiques. La météorologie est pour l'avion ce qu'est le disque pour une locomotive; elle indique si la voie est libre ou fermée.

Avant d'entreprendre un voyage sur une ligne aérienne, le pilote est mis en présence de l'état du ciel le long du parcours. Cet état du ciel est indiqué sur une carte placée en tête de ligne et qui peut être reproduite par liaison de T.S.F. et de téléphonie en un aérodrome quelconque de la ligne.

Une organisation particulière, sur laquelle nous ne pouvons nous étendre ici, puise les renseignements météorologiques sur l'ensemble du territoire, au moyen de stations régionales, de postes principaux et secondaires, qui communiquent entre eux. Une station centrale (Paris) concentre tous les renseignements et établit des prévisions qui sont transmises de nouveau et recueillies en tous les points du territoire.

Ce réseau météorologique est complété par une dizaine de postes d'avertissement de grains.

Les terrains qui jalonnent une route aérienne peuvent se classer de la manière suivante :

1° Chaque route a ses *ports d'arrivée et de départ ;* grands aérodromes, tels que Le Bourget, puissamment outillés;

2° *Des gares et des stations,* aérodromes d'une importance moindre, sont situés en des points de bifurcation ou en des points frontières;

3° Des terrains avec des abris, qui correspondent aux *haltes* des lignes de chemin de fer;

4° Tous les 50 kilomètres environ, *des terrains de secours* sont des terrains d'atterrissage ne comportant pas d'abri, mais seulement des installations propres à assurer à l'avion un secours momentané en cas de panne.

Par exemple sur Paris-Londres nous avons sur le territoire français, Le Bourget (Port) ; Beauvais, Poix, Abbeville et Berck (terrains de secours); Saint-Inglevert (Station).

Les *hangars-abris* des aérodromes assurent le

gîte, soit à des avions de passage, soit à des avions en réparations, soit aux avions du trafic courant. Ils présentent des annexes, ateliers, magasins de pièces de rechange, salles d'attente, salle de photographie, etc... Ces hangars sont construits soit en béton armé, soit en charpente métallique. Au Bourget, ils ont une ouverture de 50 mètres, une hauteur libre sous entrée de 15 mètres, une profondeur de 36 mètres.

Des *bâtiments d'exploitation* servent au contrôle policier, au contrôle douanier, au contrôle de trafic.

IV

La route est tracée et outillée, les moyens de transport sont prêts, comment les faire utiliser par le public?

Sur cette question si délicate, nous allons donner l'avis d'un homme particulièrement compétent dans l'exploitation des lignes aériennes.

M. Pierrot (1) estime que c'est par le transport du courrier postal et des journaux que les transports aériens entreront dans les mœurs. Lorsqu'un commerçant parisien, par exemple, aura pris l'habitude de recevoir couramment à 6 heures du soir le courrier parti le matin de Varsovie ou de Rabat ou parti à 3 heures du soir de Londres ou de Rotterdam, lorsque cet état de choses sera pour lui normal, courant, indispensable, sa confiance sera gagnée, il n'hésitera pas alors à se confier lui-même à l'avion.

Le transport des messageries constituera la seconde étape de la conquête du public.

Enfin les voyageurs viendront eux-mêmes. Ce seront des *voyageurs de luxe*. Il faudra donc multiplier les commodités pour la prise des billets de passage, pour le transport des voyageurs à l'aérodrome, pour l'installation sur celui-ci de salles d'attente confortables pourvues de télégraphes et de téléphones. Comme nous l'avons dit plus haut, les appareils devront présenter le maximum de confortable et des commodités de communication par T.S.F. pour prévenir de leur arrivée et retenir des rendez-vous.

Le prix de revient des transports aériens est assez difficile à préciser. Il dépend des appareils, des lignes exploitées et des conditions d'exploitation. Il n'est pas possible de comparer deux lignes comme Paris-Bruxelles et Toulouse-Casablanca, l'une de 300 kilomètres sillonnée de nombreux terrains d'atterrissage, l'autre de 1850 kilomètres à travers des montagnes, des pays déserts, un bras de mer.

(1) *Pierrot.* L'exploitation des transports aériens. (Premier Congrès International de la Navigation Aérienne. Rapports, T. II, p. 128).

Sur la ligne Paris-Londres, avec un appareil Bréguet de 500 kilog. de charge utile, le prix de revient de la tonne kilométrique s'élève à 18 fr. environ; il est simplement de 11 francs avec un appareil du type Goliath transportant 1.300 kilog. de charge utile.

Les chiffres précédents semblent être des minima; ils doivent être majorés d'un pourcentage allant jusqu'à 30 % pour des parcours plus étendus et plus difficiles au point de vue du ravitaillement, du dépannage, etc...

Enfin, comme nous l'avons déjà dit, le transport aérien ne remplacera aucun des transports existants, il les complètera seulement pour les trajets ultra-rapides. Il sera donc non le concurrent mais la liaison entre les transports actuels. Il amènera aux nœuds de communication des voyageurs et des messageries qui n'y seraient pas venus, soit que le temps du déplacement soit très limité, soit que les moyens directs de communication fassent défaut.

V

Nous avons étudié les conditions générales d'établissement et de fonctionnement des lignes aériennes commerciales. Exposons maintenant les résultats obtenus.

Actuellement les lignes en exploitation sont les suivantes :

1° *Paris-Londres* (375 kilomètres) exploitée par les Messageries aériennes et les Grands Express Aériens.

Pas d'escale. Vitesse commerciale : 110 à 140 kilomètres-heure. Durée du voyage : 2 h. 1/2 en moyenne. Gain de temps réalisé sur les autres modes de transport public les plus rapides : 5 heures ;

2° *Paris-Bruxelles-Rotterdam-Amsterdam* (440 kilomètres) exploitée par les Messageries Aériennes et la Société Farman.

Deux escales. Vitesse commerciale y compris les escales : 100 kilomètres-heure. Durée du voyage : 4 heures 1/2 en moyenne. Gain de temps sur les autres modes de transport public les plus rapides : Paris-Amsterdam : 5 heures ;

3° *Paris-Strasbourg-Prague-Varsovie* (1.040 kilomètres) exploitée par la Société Franco-Roumaine.

Deux escales, un repas. Vitesse commerciale, y compris les escales : 115 kilomètres-heure. Durée du voyage : 12 heures en moyenne. Gain de temps sur les autres modes de transport public les plus rapides : 13 heures ;

4° *Toulouse-Barcelone-Alicante-Malaga-Rabat-Casablanca* (1.850 kilomètres) exploitée par la Compagnie Latécoère.

Quatre escales, une nuit à terre. Vitesse commerciale, y compris les escales : 60 kilomètres-heure. Durée du voyage : 31 heures environ. Gain de temps réalisé sur les autres modes de transport public les plus rapides : 70 heures ;

5° *Paris-Lausanne* (420 kilomètres) exploitée par les Grands Express Aériens. Pas d'escale. Vitesse commerciale : 120 kilomètres-heure. Durée du voyage : 3 h. 30. Gain de temps réalisé sur les trains rapides : 6 h. 30 ;

6° *Bordeaux-Agen-Toulouse-Montpellier* (420 kilomètres). Exploitée par la Compagnie Ernoul.

Une escale. Vitesse commerciale : 120 kilomètres-heure. Durée du voyage 3 heures 30. Gain de temps réalisé sur les trains rapides : 4 h. 30 ;

7° *Antibes-Ajaccio ;*

8° *Compagnie des Transports Aériens Guyanais,* avec ses lignes d'hydravions de Cayenne à Saint-Laurent du Maroni, par mer, et de là à Imini, le long de la rivière Le Maroni, évitant ainsi les nombreux rapides qui gênent la navigation sur cette rivière et facilitant les relations des placers de l'intérieur avec la côte.

Dans le courant de cette année, le programme français prévoit :

1° L'intensification du service Paris-Londres avec voyages de nuit;

2° La mise en service de la grande ligne Paris-Constantinople par Prague, Vienne, Budapest, Belgrade et Bucarest;

3° Un service quotidien entre Paris et Lausanne;

4° Cinq services par semaine dans chaque sens au lieu de quatre entre Toulouse et Casablanca;

5° La mise en service de la ligne Bordeaux-Gênes par Toulouse, Nîmes, Marseille et Antibes;

6° La mise en service de la ligne (hydravions) d'Antibes à Tunis par Ajaccio et le Sud de la Sardaigne;

7° L'inauguration de la ligne Paris-Alger, par avions du port d'Orly (Paris) à Marseille et par hydravions de Marseille à Alger;

8° La mise en service de la ligne Alger-Casablanca par Oran, Oudjda, Taza, Fez et Meknès.

Voici le résumé de l'activité de nos lignes françaises pendant l'année 1921.

Distance parcourue, 2.350.705 kilomètres soit près de 60 fois le tour de la terre;

Voyages effectués : 6.221.

Passagers : 10.336.

Messageries : 166.190 tonnes.

Postes : 9.181 tonnes.

Régularité : $\frac{\text{voyages effectués}}{\text{voyages possibles}}$ 97 %

Nombre d'appareils de la flotte aérienne : 263.

Nombre de pilotes en service sur les lignes régulières : 100.

Puissance disponible en HP : 80.000.

Tonnage disponible en tonnes : 110.

Si pendant le même laps de temps, nous considérons tous les voyages qui ont été effectués en France par les Compagnies de Navigation Aérienne (Compagnies Françaises et étrangères) nous trouvons un voyage ayant donné lieu à un accident sur 800 voyages effectués (1).

Le nombre des tués a été de 11 : 4 pilotes, 2 mécaniciens, 5 passagers.

Le nombre des blessés a été de 6 : 3 pilotes et 3 passagers.

Nombre total d'accidents ou d'incidents : 40, se décomposant ainsi :

a) Pour cause inconnue : 2, ayant entraîné la mort de 2 pilotes ; un mécanicien, 2 avions détruits.

b) Pour fautes de pilotage : 12, ayant entraîné la mort de 1 pilote et de 4 passagers; 6 appareils détruits, 6 légèrement endommagés.

c) Pour faute de pilotage consécutive à une panne de moteur : 2, 1 pilote tué, 1 mécanicien tué, 2 avions détruits.

d) Pour conditions atmosphériques : 3; un pilote et 2 passagers tués, 2 avions détruits, 1 endommagé.

e) Pour collision au sol avec un autre avion : 2; 2 avions légèrement endommagés.

f) Pour faute professionnelle : 1; 1 avion détruit.

g) Pour panne de moteur : 17; 2 pilotes blessés, un passager, blessé, 11 avions détruits, 6 légèrement endommagés.

i) Pour imprudence d'un passager : 1.

Les deux grosses causes d'accidents sont donc, jusqu'à présent, la faute du pilotage et surtout la panne de moteur.

Ces chiffres doivent donner au public une grande confiance dans la sécurité que présentent les transports aériens.

Passons maintenant rapidement en revue les résultats obtenus à l'étranger.

Pour l'*Angleterre,* d'avril à septembre 1921, les appareils anglais ont assuré deux services par jour entre Paris et Londres, transportant 4.000 passagers et 11 tonnes de marchandises. Pendant cette période 93 % des départs ont eu lieu; un passager a été tué et un blessé.

Les Compagnies anglaises qui assurent Paris-Londres sont : la Compagnie Handley Page; la Compagnie Instone Air Line.

(1) Résultats communiqués par M. le Colonel Saconney au Premier Congrès de la Navigation Aérienne (Novembre 1921).

Du 30 septembre 1920 au 30 septembre 1921, la valeur des importations s'est élevée à 512.060 livres sterling; celle des exportations et réexportations à 278.131 livres sterling. Le gros des échanges se fait avec la France et par les appareils français. Pendant la même période il a été transporté de Londres à Paris 102.240 lettres dont 63.340 pour Paris.

Le Gouvernement anglais ne subventionne que dans des cas exceptionnels les Compagnies Aériennes de Transport. Il lui a cependant fallu allouer 200.000 livres sterling aux Compagnies Handley-Page et Instone Air Line pour leur permettre de vivre à côté des compagnies françaises subventionnées.

En *Belgique*, sur la ligne Bruxelles-Londres, les avions belges ont, d'avril à septembre 1921, transporté 597 passagers. Du 1er janvier au 30 juin 1921, l'aviation commerciale belge a effectué 1.224 vols, couvert 260.000 kilomètres, transporté 2.200 passagers et 14 tonnes de marchandises.

Au Congo, le gouvernement belge a fait un essai des plus concluants pour relier à la côte les comptoirs du Haut-Congo (distance 1.720 kilomètres). Avant l'établissement de la ligne postale aérienne une lettre partie d'Anvers à destination du Haut-Congo ne pouvait avoir sa réponse que deux, trois et même quatre mois après. Depuis l'établissement de la ligne postale aérienne on peut, d'Anvers, envoyer une lettre au Haut-Congo et avoir la réponse par le même bateau au retour de celui-ci, au lieu de laisser passer deux et trois bateaux. [Voir les Communications du Colonel van Combrugge, directeur de l'Aviation civile belge, au Premier Congrès International de la Navigation Aérienne, T. I et III.

En *Hollande* la Compagnie Royale Aérienne a assuré des services quotidiens sur les lignes Amsterdam-Londres (via Rotterdam) Rotterdam-Hambourg et Amsterdam-Paris. Pendant l'été 1921, les appareils de la Compagnie ont assuré 1.000 vols, transporté 511 passagers, 30.856 kg. de marchandises et 1.395 kg. de poste.

En *Allemagne* les principales lignes exploitées en 1921 ont été : Hambourg-Brême-Amsterdam-Rotterdam (465 kilomètres); Berlin-Dortmund (435 kilomètres); Berlin-Dresde (175 kilomètres); Hambourg-Westerland (190 kilomètres); Travemünde-Swinemünde (405 kilomètres); Travemünde-Kiel (120 kilomètres); Hambourg-Travemünde (75 kilomètres); Berlin-Leipzig, service de la foire (150 kilomètres); Berlin-Breslau, service de la foire (300 kilomètres); Dantzig-Riga-Reval (780 kilomètres).

En tout 3.095 kilomètres de lignes.

Il y a eu environ 650.000 kilomètres parcourus sur ces lignes, avec 18.152 kg. de lettres et de journaux et 9.940 kg. de colis postaux (marchandises); 2.900 voyageurs.

Mais à côté de ces services réguliers, il y a eu de nombreux voyages aériens exceptionnels, transportant 5.500 voyageurs.

Aux *Etats-Unis*, l'aviation commerciale reçoit surtout son impulsion des services de la poste.

Depuis le 30 juin 1921 la ligne transcontinentale New-York à San-Francisco fonctionne seule, les autres lignes qui existaient avec elle étant supprimées. Voici quelques caractéristiques de cette ligne :

Longueur de la ligne transcontinentale, 2.680 milles ou 4.314 kilomètres;

Distance parcourue tous les jours avec la poste (aller et retour), 5.360 milles ou 8.628 kilomètres;

Nombre d'appareils en l'air chaque jour, 21.

Distance moyenne parcourue journellement par chaque appareil, 225 milles ou 410 kilomètres;

Nombre des pilotes en service, 43 ;

Nombre des autres employés du service, 436;

Salaire total de tous les employés, 787.620 dollars;

Nombre d'aérodromes avec hangars, 15;

Nombre d'appareils capables d'être mis en service, 50;

Nombre de lettres transportées du 1er juillet au 30 septembre 1921, 10.014.280;

Côût approximatif par mille parcouru, 1,04 dollars.

Voici la statistique des accidents et incidents dans le service de la poste aérienne :

1918 (12 mois) 2 pilotes tués, 1 appareil détruit;
1919 (12 mois) 6 pilotes tués, 1 appareil détruit;
1920 (12 mois) 13 pilotes tués, 4 appareils détruits;
1921 (5 mois) 1 pilote tué.

En 1920 il y a eu 1 pilote tué pour 100.000 milles parcourus. Pendant les 5 mois de 1921, il y a eu un pilote tué pour 800.000 milles parcourus en vol.

Depuis l'installation du service aérien postal aux Etats-Unis, les pilotes ont parcouru 3.400.000 milles, emportant 1.250.000 kilog. de lettres, ou approximativement, 100 millions de lettres.

M. MARCHIS,
Professeur d'aviation à la Faculté des Sciences de Paris.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1922).

Algèbre. 1. M. *Maurice Lecat* énonce différents résultats sur les cayléens et les bicayléens anormaux; ces résultats se rattachent aux travaux de Cayley, de R.-F. Scott, de L.-H. Rice et de l'auteur lui-même sur les déterminants généralisés, et, notamment, sur les déterminants cubiques.

2. Récemment, M. Sarantopoulos a annoncé qu'étant donnée l'équation à $k+1$ termes

$$1 + x + a_1 x^{m_1} + \ldots + a_{k-1} x^{m_{k-1}} = 0$$

on peut trouver un nombre $\varphi(k)$, ne dépendant que de k, et tel que l'équation possède sûrement une racine de module au plus égal à k. M. *Paul Montel* précise, et ajoute qu'on peut prendre $\varphi(k) = k$, le maximum du module n'étant atteint que pour les racines de $\left(1+\frac{x}{k}\right)^k = 0$. Il indique en outre dive ses généralisations.

Analyse. 1. Poursuivant ses recherches sur l'étude des équations fonctionnelles par la représentation conforme, M. *Gaston Julia* suppose que la substitution $Z_1 = R(Z)$ a un point double indifférent. α. Z décrivant un domaine (P_0) convenablement choisi, Z_1 décrira une aire (P_1) recouvrant (P_0); $Z_2 = R(Z_1)$ décrira une troisième aire (P_2) recouvrant (P_1), ...; la limite de (P_n) pour n infini est une surface de Riemann simplement connexe, Σ. L'Auteur montre comment on peut construire une fonction $Z = f(z)$ qui représente Σ sur un plan pointé z; *sur ce plan, la transformation* $Z_1 = R(Z)$ *a pour image la substitution* $z_1 = z + a$. Une méthode analogue appliquée à l'équation $Z_1 = R(Z)$, à point double attractif (par exemple), transforme l'opération précédente en la substitution $z_1 = \sigma z$, la fonction $Z = f(z)$ établissant une correspondance entre la surface de Riemann Σ, lieu de Z, et un certain demi-plan $I(z) > 0$.

7. Plus généralement, $Z_1 = R(Z)$ étant une substitution rationnelle donnée, proposons-nous de trouver une fonction $f(z)$ telle que l'on ait $f[S(z)] = R[f(z)]$, $S(z)$ étant une opération linéaire. M. *Gaston Julia* montre comment la représentation conforme peut fournir une solution du problème et permet de retrouver des résultats de H. Poincaré, de M. Picard et de M. Kœbe. Cette méthode conduit l'Auteur à d'importants résultats, notamment sur la linéarisation simultanée de p substitutions quelconques.

2. Les recherches de M. *Henri Villat* sur les mouvements fluides tourbillonnaires l'ont conduit à se poser le problème suivant : « Déterminer une représentation conforme faisant correspondre à un demi plan, par exemple, un domaine pour lequel deux portions de la frontière puissent être amenées en coïncidence par une simple translation ».

Ce problème fait intervenir des équations intégrales pour lesquelles l'Auteur a établi des théorèmes d'existence et des méthodes de résolution, rigoureuses ou approchées.

3. Quelles sont les propriétés métriques d'une variété V_p (appartenant à un E_n) pour un observateur parcourant V_p et qui « ne saurait distinguer qu'un élément tangent d'un élément qui ne l'est pas »? Ce problème amène M. *René Lagrange* à étudier les conditions d'applicabilité de deux variétés V_p, V'_p de E_n. Le calcul différentiel absolu lui permet de répondre à ces questions par la considération de différents invariants ou covariants tels que les courbures externes (totale et moyenne).

4. En s'appuyant sur des remarques de M. Hölder et de M. Hadamard, M. *Kyrille Popoff* montre que, pour résoudre l'équation générale du type elliptique au moyen de la théorie des équations intégrales, il n'est pas nécessaire de supposer que la solution de l'équation intégrale doive être dérivable.

5 et 9. Revenant sur sa communication récente, M. *G. Mittag-Leffle* indique une série d'énoncés plus ou moins restrictifs que l'on peut donner au théorème fondamental de Cauchy sur les fonctions monogènes. L'un de ces énoncés, proposé jadis par l'Auteur, exige qu'une certaine expression formée à l'aide de *trois* valeurs voisines de la *fonction* tende vers zéro *uniformément*. Mais, comme le remarque M. Goursat, la condition classique qu'il a donnée lui-même ultérieurement suppose uniquement *l'existence* de la *dérivée* et n'exige aucune hypothèse *d'uniformité*.

6. Soit $y'' = R(y')$ une équation du second ordre, les cœfficients de la fonction rationnelle R étant des fonctions quelconques de x et y. Les cas de réduction les plus importants sont ceux où l'équation possède une intégrale rationnelle en y', l'équation $dy - y'dx = 0$ correspondant à celle-ci étant elle-même réductible. Or comme l'a montré M. *Jules Drach*, ceci exige que l'équation.

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} + y' \frac{\partial \psi}{\partial y} = 0$$

possède une solution rationnelle en y', ou qu'il en soit ainsi de l'une des trois combinaisons qu'il a appelées K, J, I. et il faut encore considérer le cas où ψ est donné par un système complet aux variables x, y, φ. Or dans les trois premiers cas, la proposée est *integrable par quadratures*, et l'on peut former *explicitement* les types correspondants d'équations $y'' = R(y)$. Ces recherches prolongent celles de l'éminent géomètre sur l'intégration de l'équation des géodésiques.

8. M. *Stoïlow* montre qu'on peut exprimer par une intégrale simple de Lebesgue la mesure superficielle d'un ensemble quelconque à deux dimensions, mesurable au sens de Borel-Lebesgue.

10. M. *Georges Giraud* précise en différents points le raisonnement par lequel il a établi l'analyticité des solutions des équations non linéaires du type elliptique.

11. Pour justifier théoriquement la loi de Gauss de la théorie des erreurs, M. Paul Lévy énonce d'abord deux conditions générales que doit remplir une loi admissible : Les très grandes valeurs de l'erreur doivent être très peu probables; et aucune erreur ne doit être une fraction appréciable de l'erreur totale. Si l'on appelle loi *stable* une loi telle que deux erreurs obéissant à des lois de même forme ont pour somme une erreur obéissant à une loi de même forme, il est des lois stables qui ne remplissent pas la première des deux conditions indiquées. L'Auteur les compare à la loi de Gauss.

Géométrie. 1 et 3. Précédemment, M. *E. Cartan* a montré que l'Univers d'Einstein peut être regardé comme

un Univers euclidien déformé (sans torsion). Plus généralement on peut imaginer des espaces projectifs, affines ou conformes... *déformés*, c'est-à dire possédant l'un des caractères précédents au *voisinage* d'un point quelconque et tels, en outre, que deux trièdres de référence attachés à deux points infiniment voisins soient liés par une *loi de repérage* mutuel. Ces espaces possèdent une *loi de conservation* et comprennent comme cas particulier les espaces de M. Weyl. Aux espaces conformes généralisés, il correspond une équation obtenue en annulant un certain ds^2 quadratique ; c'est ainsi qu'en annulant le ds^2 de l'Univers d'Einstein on obtient l'*Univers optique* d'Einstein dont les propriétés géométriques régissent la propagation de la lumière.

2. M. *Enrico Bompiani* rappelle qu'antérieurement aux travaux de M. Cartan il s'était préoccupé de dégager la signification géométrique ou cinématique de certains invariants qui se présentent dans le calcul différentiel de Ricci et de M. Levi-Cività.

Géométrie infinitésimale. 1. Soient F, Φ, ψ les formes quadratiques fondamentales Σdx^2, $\Sigma dcdx$, Σdc^2 attachées à une surface S, et F_1, Φ_1, ψ_1 les formes analogues attachées à une seconde surface S_1. M. *Bertrand Gambier* se propose de chercher toutes les correspondances entre deux surfaces telles que l'un des rapports $F : F_1$, ou $F : \Phi_1$, ... ne dépende que de la position du point $M(u,v)$ sur S (et non de l'orientation de l'élément linéaire).

2. En s'appuyant sur ses travaux récents relatifs aux réseaux Ω_{00}. M. *C. Guichard* démontre, notamment, que si un réseau M est harmonique à une congruence C, L, et si les asymptotiques de M correspondent à celles des focales de la congruence, le réseau M est conjugué à des congruences C L qui appartiennent au même complexe que la congruence harmonique.

Mécanique. M. Frontard intègre l'équation différentielle de la courbe de glissement d'un massif de terre cohérente dans lequel on a, non plus $i > \varphi$, comme dans sa Note précédente, mais $i < \varphi$, hypothèse qui introduit, à la place des cycloïdes de glissement, certaines courbes particulières qu'il appelle *logoïdes* de glissement. Le cas intermédiaire $i = \varphi$, introduit des paraboles semi-cubiques.

Mécanique céleste. — H. Poincaré avait signalé autrefois que la force centrifuge composée pouvait contribuer à la formation d'un point de marée nulle. M. *E. Fichot* approfondit la question dans le cas spécial d'un canal de profondeur constante, ouvert aux deux extrémités, et parcouru dans les deux sens par des ondes de mêmes amplitude et vitesses : ces conditions sont sensiblement réalisées dans la Mer du Nord, les ondes opposées étant manifestement affectées par la rotation terrestre.

René Garnier.

Physique

Ionisation produite par les électrons. — Supposons que des électrons d'origine quelconque (rayons cathodiques, métaux incandescents, photo-électricité, radioactivité, etc...) soient émis dans un gaz. Quelles actions vont-ils exercer ? Que se produira-t-il lors du choc d'un électron contre un molécule gazeuse ? Ce sont là des problèmes très délicats, non encore complètement résolus, mais qui ont suscité un grand nombre de recherches. Mentionnons l'essentiel.

1. — Les électrons, animés de mouvements désordonnés dans tous les sens, vont rencontrer des molécules gazeuses. Ils peuvent, suivant la nature et la pression du gaz, soit rebondir sur les molécules, soit s'y fixer en donnant des ions négatifs.

La mesure des vitesses des centres chargés négativement présents dans un gaz, ou comme on dit, la mesure de leurs *mobilités*, du moins sous les pressions ordinaires, montre qu'une grande partie des électrons se transforme ainsi en ions. Cependant, aux très faibles pressions (inférieures à 0,1 mm. de mercure), la mobilité moyenne augmente d'une manière anormale, ce qui fait conclure à l'existence d'électrons en liberté.

D'ailleurs, l'état d'équilibre entre électrons et molécules gazeuses dépend essentiellement de la nature chimique du gaz. Dans les gaz rares de l'atmosphère, (hélium, argon, krypton, xénon, néon) qui sont dépourvus de toute activité chimique, l'électron peut se maintenir à l'état libre, malgré les chocs, même sous des pressions égales ou supérieures à la pression atmosphérique : en rencontrant un atome, l'électron rebondit d'une manière parfaitement élastique. Dans des gaz plus actifs, comme l'azote ou l'hydrogène, les électrons peuvent encore subsister à l'état libre, mais un certain nombre d'entre eux sont captés par les molécules au moment des chocs, sous l'influence de forces d'origine chimique, d'où la présence d'ions négatifs à côté des électrons libres. Dans les gaz beaucoup plus actifs, oxygène ou chlore, les affinités chimiques deviennent prépondérantes : au moment des chocs, il y a combinaison des électrons et des molécules pour former soit des ions normaux, soit même des ions polymérisés ayant groupé autour d'eux un certain nombre de molécules neutres. A cet égard, des traces d'oxygène ou de chlore agissent comme de véritables pièges pour les électrons présents dans un gaz. On s'explique qu'il faille des précautions spéciales pour observer les électrons dans les gaz usuels et que leur présence ait pu passer inaperçue.

2. — Les phénomènes sont beaucoup plus complexes lorsque les électrons sont soumis à l'action d'un champ électrique. Sous l'action de ce champ accélérateur, la force vive de l'électron augmente et dès qu'elle atteint une certaine limite, le choc de l'électron contre une molécule peut être suffisamment énergique pour détacher un électron de la molécule qui se transforme ainsi en *ion positif*. La chute de potentiel nécessaire pour que l'électron acquière une force vive suffisante porte le nom de *potentiel d'ionisation*.

Soit V ce potentiel. L'électron de charge e ayant subi une chute de potentiel V, les forces qui lui sont extérieures ont effectué un travail Ve. Son énergie cinétique supposée initialement nulle, est ainsi devenue :

$$\frac{1}{2} mv^2 = Ve.$$

En remplaçant m et e par leur valeur et exprimant V en volts, la relation précédente, fournit pour la vitesse v, exprimée en kilomètres par seconde :

$$v = 595 \sqrt{V}$$

Le plus souvent, on n'explicite pas la valeur de v et l'on dit que l'électron *a la vitesse qui correspond à V volts* ou même, bien que ce soit incorrect, *a une vitesse de V volts*.

Les potentiels d'ionisation ont été mesurés par diverses méthodes. Voici le principe de celle proposée par Lenard.

Une lame de métal L peut être transformée en source d'électrons sous l'action, par exemple, de lumière ultraviolette. En regard de cette lame, chargée négativement, se trouve une toile métallique T, chargée positivement, la différence de potentiel V entre la lame

et la toile pouvant être réglée à volonté. De l'autre côté de la toile métallique T et à un potentiel fixe inférieur de V' à celui de T, se trouve une électrode E reliée à un électromètre. La différence de potentiel V' (potentiel retardataire) a été prise suffisamment grande pour qu'aucun des électrons qui traverse la toile ne puisse atteindre l'électrode. Mais si le potentiel accélérateur V dépasse une certaine limite appelée *potentiel d'ionisation*, les électrons qui ont traversé la toile métallique possèdent une énergie suffisante pour provoquer l'ionisation des molécules qu'ils rencontrent et il se produira entre la toile métallique T et l'électrode E des *ions positifs* qui seront captés par l'électrode E et décelés par l'électromètre relié à cette électrode.

En construisant la courbe des déviations positives *d* de l'électromètre pour diverses valeurs du potentiel accélérateur V et prolongeant cette courbe jusqu'à l'axe des abcisses, on obtient des valeurs pour lesquelles les ions positifs commencent à se produire : c'est le potentiel d'ionisation.

Les potentiels d'ionisation dépendent de la nature des gaz comme le montrent les valeurs suivantes obtenues par Franck et Hertz.

Gaz	Potentiel d'ionisation (1)	
Azote	7,5	volts
Oxygène	9	»
Mercure	10,3	»
Hydrogène	11	»
Argon	12	»
Néon	16	»
Hélium	20,5	»

3. — Ces résultats ont pu être interprétés dans une théorie de l'atome proposée par Bohr. Dans cette théorie, l'atome à l'état normal (neutre) est formé d'un noyau positif autour duquel gravitent des électrons qui circulent sur un certain nombre d'anneaux. L'anneau le plus extérieur de l'atome possède un rayon qui joue le rôle de rayon propre de l'atome. Lorsqu'un électron libre, animé d'une certaine vitesse, vient à rencontrer un électron satellite de cet anneau extérieur, deux cas peuvent se présenter :

a) Si la vitesse du projectile (électron libre) est suffisante, il peut expulser à une très grande distance de l'anneau l'électron qu'il a rencontré, produisant ainsi l'ionisation.

b) Mais il peut arriver que la vitesse du projectile, insuffisante pour chasser complètement un électron de l'anneau, puisse transporter un électron sur l'anneau voisin. L'électron ainsi perturbé revient sur sa première orbite en émettant une certaine lumière, c'est-à-dire une certaine radiation de longueur d'onde déterminée. La chute de potentiel que doit subir l'électron projectile pour acquérir une vitesse suffisante à la production du phénomène est appelée *potentiel de résonance*.

Ainsi, pour la vapeur de mercure, le potentiel d'ionisation est 10,3 volts, tandis que le potentiel de résonance est 4,9 volts. Le choc d'un électron possédant la vitesse qui correspond à cette chute de potentiel, produit l'émission, pour la vapeur de mercure, d'une radiation ultra-violette de longueur d'onde $\lambda = 0^{\mu},2336$

4. — En résumé, quand des électrons sont produits dans un gaz, on peut assister à 3 groupes de phénomènes :

a. En l'absence de tout champ électrique accélérateur, les électrons peuvent se fixer simplement sur les molécules gazeuses qu'ils rencontrent en donnant des ions négatifs, avec d'autant plus de facilité que le gaz est chimiquement plus actif.

b. Si les électrons ont acquis, dans un champ électrique, une certaine vitesse par un parcours correspondant à une certaine chute de potentiel, appelé *potentiel de résonance*, ils peuvent perturber les atomes des molécules qu'ils rencontrent et provoquer l'émission d'une certaine radiation.

c. Une vitesse plus considérable, correspondant à une chute de potentiel appelée *potentiel d'ionisation*, provoque l'expulsion totale d'un électron dans un des atomes qu'ils rencontrent, transformant ainsi la molécule en ion positif et provoquant l'ionisation du gaz.

Les trois phénomènes peuvent se superposer et l'on voit combien complexe est le mécanisme de l'action des électrons sur les gaz. Mais l'on conçoit, et c'est là un résultat très général et aisé à retenir, que toute source d'électrons dans un gaz suffise à en provoquer l'ionisation. Cette ionisation des gaz a été constatée au voisinage des métaux éclairés ou frappés par des rayons X, des corps incandescents, des substances radioactives, etc... C'est de même à l'influence des électrons émis par le Soleil qu'il faut attribuer, en partie du moins, l'ionisation des couches supérieures de notre atmosphère. A. Bc.

(1) Au potentiel d'ionisation, correspond d'après la théorie des quanta, une certaine lumière, une radiation de longueur d'onde déterminée, dont *Tate* a constaté l'émission dans le cas de la vapeur de mercure très raréfiée et dans le cas de nombreuses vapeurs métalliques. Pour le mercure, la radiation émise a pour longueur d'onde $0^{\mu},1188$.

Photographie

Renforcement très intense. — M. R. Namias a indiqué, dans la Revue *Il Progresso fotografico*, une méthode de renforcement qui permet d'obtenir des clichés très intenses, en partant de négatifs très faibles. Le phototype est d'abord blanchi dans :

Eau	1.000 cc.
Permanganate de potasse	2 gr.
Acide chlorhydrique	20 cc.

On lave ensuite sommairement, et l'on renoircit l'image dans un révélateur au métol-hydroquinone, après quoi on lave encore, pendant une demi-heure. Ce traitement préliminaire est nécessaire pour éliminer toute impureté réductrice qui aurait pu subsister après les opérations initiales de développement et de fixage. De plus, il donne une image constituée par un argent réduit, particulièrement apte à subir le renforcement, sans risques de taches ou d'irrégularités.

Le renforcement s'effectue à l'aide de la solution usuelle de chlorure mercurique :

Eau	100 cc.
Bichlorure de mercure	5 gr.

Après blanchiment complet, l'image est renoircie par développement, en pleine lumière, dans un révélateur, — de préférence, à l'oxalate ferreux.

Le cliché est ensuite traité par un bain à l'iodure double de mercure et de potassium, préparé à l'aide des deux solutions de réserve suivantes :

A.	Eau	100 cc.
	Bichlorure de mercure	3 gr.
	Acide chlorhydrique	1 cc.
B.	Eau	100 cc.
	Iodure de potassium	5 gr.

On verse la solutuion B, peu à peu, dans la solution A. Il se forme d'abord un précipité rouge d'iodure mercurique, puis ce précipité se redissout, et quand le mélange est redevenu limpide, on cesse d'ajouter de la solution d'iodure. Le bain est alors prêt à l'emploi.

Le cliché, déjà renforcé au chlorure mercurique comme nous l'avons indiqué ci-dessus et soigneusement lavé, est plongé dans le nouveau renforçateur et doit y séjourner de 10 à 20 minutes. L'image ne change pas de couleur, mais on peut contrôler son opacification par transparence : quand elle ne monte plus, il ne reste qu'à laver et à laisser sécher.

L'intensité de l'image peut être encore accrue en réitérant le renforcement au bichlorure de mercure : l'image noircie dans le révélateur à l'oxalate ferreux est de nouveau blanchie dans la solution mercurique et de nouveau traitée par le révélateur. Ce mode de renforcement se prête même à toute une série d'opérations. Mais, après le traitement à l'iodure, il n'est plus possible de changer l'image par voie chimique.

Les contrastes sont néanmoins susceptibles d'être encore accrus, par un moyen physique. L'image renforcée étant de couleur brune, les oppositions en seront notablement accentuées, si l'on interpose, pendant le tirage des positifs, un verre violet. Cet écran à contrastes pourra être aisément préparé à l'aide d'une plaque photographique hors d'usage, dont on aura éliminé le bromure d'argent dans l'hyposulfite de soude et que l'on plongera dans une solution à 1 pour 100 de bleu de méthylène. E. C

Physique du Globe

Les Variations des glaciers suisses. — Dans le 41e Rapport annuel sur les *Variations périodiques des glaciers des Alpes suisses*, publié par le Dr P.-L. Mercanton, professeur à l'Université de Lausanne, nous relevons plusieurs renseignements intéressants d'ordre météorologique.

M. Marcel Kurz donne les lois de l'enneigement alpin, établies par 12 années d'expérience. Plusieurs de ces lois s'écartent assez des idées admises jusqu'à ce jour :

1° Les neiges fondent moins vite par le beau temps que dans une période de pluies, même si ces pluies sont froides et mélangées de neige. Le beau temps facilite la formation de la glace ;

2° Les vents du sud-ouest et de l'ouest jouent un rôle considérable dans la dénudation des hautes régions. Ce sont les seuls (avec le foëhn, beaucoup plus rare) qui soufflent en tempêtes prolongées et vraiment efficaces. Comme conséquence, toutes les arêtes, les faces et les sommets exposés à l'action directe ou indirecte de ces vents restent dénués de neige pendant tout l'hiver ;

3° L'enneigement des hautes régions alpines ne commence réellement qu'en avril, mai et juin, lorsque la neige, tombant à des températures suffisamment élevées, peut, de par sa consistance, adhérer à un terrain quelconque, même exposé au vent. Le peu de neige qui réussit, en hiver, à s'accumuler sur les montagnes à l'abri des vents d'ouest, en est d'habitude arrachée ultérieurement par un vent contraire, car elle n'adhère pas au terrain. Une tempête enneige moins les hauts sommets en hiver qu'en été. Ceci semble paradoxal, mais les preuves en sont nombreuses.

L'enneigement des glaciers dépend donc en partie de leur exposition aux vents, et surtout des précipitations en mai, juin, juillet. Si donc l'hiver est riche et le printemps pauvre en précipitations, on peut s'attendre à rencontrer en juillet des glaciers très crevassés.

Les nivomètres totaliseurs installés dans les Alpes suisses apportent aujourd'hui des indications précises sur la quantité totale des précipitations tombées dans le cours d'une année. A Orny (altitude 3.100 mètres), la quantité d'eau tombée par an atteint 3 m. 84 ; aux Diablerets (altitude 3.030 mètres), 2 m. 42. Sur le glacier du Rhône, les quantités d'eau tombées annuellement sont les suivantes à différentes altitudes :

Altitude :	1770 m.	Hauteur d'eau :	1 m. 95
—	2390 m.	—	1 m. 70
—	2700 m.	—	3 m. 50
—	2800 m.	—	3 m. 32
—	3130 m.	—	3 m. 37

A titre de comparaison, rappelons que la hauteur d'eau tombée à Paris est, en moyenne, de 0 m. 50 par an.

Sur 100 glaciers suisses observés en 1920, 61 étaient en crue, 6 stationnaires et 33 en décrue. La tendance à la crue, qui s'était accentuée en 1919, a subi un affaiblissement en 1920. J. R.

Chimie

Relation entre la composition et la stabilité du verre. — Zulkowski a émis sur cette question une intéressante théorie : il suppose que les réactions essentielles qui se produisent pendant la fusion du verre consistent dans la formation de silicates simples alcalins ou alcalino-terreux, qui se combinent ensuite pour donner naissance à des silicates doubles. Dans ces réactions, on admet un partage équivalent de l'oxyde acide (en général la silice) entre les différentes bases, toutes les matières du mélange entrant en réaction. Si l'une des bases se trouve être en excès, il reste dans le verre une certaine proportion de silicates simples, que l'on considère comme étant la cause première de l'instabilité du verre. Cette théorie a été vérifiée récemment, de façon satisfaisante, par des mesures portant sur la résistance du verre et l'action dissolvante de l'eau. L. Br.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique appliquée

Le moteur Still (1). — Dans les moteurs à explosion ou à combustion interne, une grande partie de la chaleur dégagée par l'huile lourde est emportée par l'eau de refroidissement ; la température de cette dernière — et par suite celle du cylindre — varie d'ailleurs continuellement pendant un cycle, de sorte que les parois sont soumises à une série de tensions internes qui sont pour le constructeur une source d'ennuis et de difficultés.

Un ingénieur anglais, J. Still, a eu l'idée d'englober les chemises des cylindres dans le circuit d'une chaudière à vapeur. Par suite l'eau entre dans l'enveloppe et en sort à température constante (et assez élevée,

(1) *Bulletin Bureau Véritas* (1921), p. 298.

150° environ), déterminée par la pression de la vapeur (7 kg : cm² environ). Le refroidissement des cylindres, s'il est possible de parler ainsi, est obtenu en transformant l'eau en vapeur sans changement de température ; la chaleur qui passe à travers les cylindres est ainsi récupérée sous forme d'énergie de la vapeur. Inversement, pendant la plus grande partie de la période de compression, la charge d'air reçoit de la chaleur, ce qui est particulièrement avantageux pour les moteurs du type Diesel.

La vapeur produite peut être utilisée, soit dans une machine séparée, soit — et c'est en cela que consiste une des principales originalités du système Still — sur la deuxième face du piston du moteur. Pendant une course, ce dernier fonctionne donc, à l'aller comme moteur à pétrole, au retour comme machine à vapeur. Dans cette dernière, il serait difficile avec un seul cylindre de pousser la détente assez loin. On peut envoyer la vapeur ayant déjà travaillé, soit dans d'autres cylindres basse-pression, si la machine est polycylindrique, soit dans des turbines à vapeur d'échappement, actionnant les services auxiliaires (compresseurs, pompes d'alimentation, de balayage, etc).

Enfin, on peut alimenter les enveloppes des cylindres avec de l'eau déjà échauffée par les gaz d'échappement ; on récupère ainsi la presque totalité des calories contenues dans ces derniers, sans éprouver aucun des inconvénients présentés par les systèmes utilisant ces gaz dans une turbine spéciale (haute température de fonctionnement, contrepression à l'échappement).

L'avantage du nouveau moteur est évident : Dans les meilleures machines à pétrole, le travail indiqué est inférieur à 60 % de l'énergie du combustible ; le rendement organique ne dépasse pas 90 % ; le rendement total $\left(\frac{\text{Energie sur l'arbre}}{\text{Energie du combustible}}\right)$ ressort donc à 0,36 au maximum. 64 % de l'énergie sont donc transformés en chaleur. Or, si on fait passer dans la vapeur 90 % de la chaleur produite et si on en retire du travail avec un rendement de 15 %, il en résultera pour le rendement global une augmentation de 0,08, soit un gain de plus de 25 % sur le rendement du moteur fonctionnant à l'huile lourde seule. En fait on a obtenu, sur un cylindre d'essai, une consommation de 160 gr. d'huile lourde par cheval-heure, soit 40 gr. de moins que dans les meilleurs moteurs.

En dehors de ces avantages économiques, le moteur Still exigerait des cylindres moins épais que ceux des moteurs ordinaires, en raison de la constance de la température des couches extérieures, entraînant une diminution des efforts moléculaires. La transmission de la chaleur est donc facilitée. Or c'est la difficulté d'évacuer les calories produites qui limite à 400 chevaux par cylindre la puissance des moteurs Diesel. Le moteur Still pourrait arriver à donner 1500 chevaux par cylindre. Mais la réalisation n'est pas encore terminée.

Dans les modèles actuels, le nouveau moteur pèse, par cheval, 110 kg., soit sensiblement autant que les moteurs Diesel. Il peut fonctionner non seulement avec des combustibles liquides, mais encore avec des gaz de gazogènes, ce qui est particulièrement intéressant pour la navigation coloniale. A. F.

Chimie appliquée

Composition des fruits du Papayer. — On sait que le papayer, *Carica papaya L.*, est très commun dans les pays chauds, son fruit jouit de la propriété de favoriser la digestion et ses feuilles sont employées pour attendrir les viandes. M. C. Chalot et Mlle Bonny ont publié dans l'*Agronomie coloniale* (octobre 1921), une série de renseignements et d'analyses. A l'état de maturité les papayes contiennent une proportion importante de sucres, très peu de matières azotées et pratiquement des traces de matières grasses. Les nombres cités par ces auteurs sont extraits de *Report of the Hawaii agricultural experiment station* 1914. Dans un échantillon de Panama les sucres réducteurs atteignent 13,21 %, le saccharose 2,04 %, sucre total 15,25. Quelques échantillons provenant de l'Afrique du Sud, d'Honolulu, de la Barbade ne contiennent que des sucres réducteurs (respectivement 10,62 ; 10,29 ; 8,95). Dans aucun échantillon les matières azotées n'arrivent à 1 pour cent.

C'est la présence d'un ferment digestif actif, la *papaïne*, qui rend ce fruit intéressant (1). Le latex qui s'écoule du fruit incisé avant maturité contient environ 1 % de papaïne. Un fruit de grosseur moyenne donne facilement 100 gr. de latex. La récolte de la papaïne se fait en incisant les fruits verts parvenus à leur grosseur définitive. Il est à noter que les fruits qui ont été incisés ont meilleur goût, à maturité, que ceux qui ne l'ont pas été : l'amertume a disparu. Le contact des métaux altère le suc de papayer. Le latex recueilli est aussitôt mis à sécher au soleil sur des plaques de verre pour éviter sa décomposition qui s'accompagne d'ailleurs d'odeurs très désagréables. Lorsque la dessication est complète on réduit le suc en poudre.

Voici à titre de renseignement une analyse de latex frais de papaye faite par Peckolt :

Substance analogue au caoutchouc....	4.525
Graisse cireuse.....	2.424
Résine blonde.....	0.101
— brune.....	2.776
Substances albuminoïdes.....	0.006
Papaïne	1.059
Matières extractives.....	5.303
Acide malique.....	0.443
Substances pectiques.....	7.100
Humidité	74.971

L. R.

Mines

Le pétrole du Siam. — Le gouvernement va entreprendre une série de sondages dans les districts de Muang Fang et de Chieng Mai. Les travaux de Sociétés particulières y ont démontré aussi la présence abondante de pétrole — et celle, dans les districts sud-ouest, d'or, de fer, d'antimoine et de charbon. Dr.

Industrie

La semaine des pêches de La Rochelle. — Une semaine de pêches rochelaises a eu lieu à La Rochelle le 31 juillet dernier. L'utilité de ce genre de Congrès pour le développement des pêcheries en France est certaine. Une manifestation analogue, la quinzaine du poisson à Lorient qui avait eu lieu auparavant, avait eu pour résultat d'augmenter d'un tiers le nombre des commandes de poissons à ce port, et 75 % des commandes nouvelles provenaient de commerçants qui avaient jusque-là vendu divers comesti-

(1) La *papaïne* a été isolée du latex du Papaya par Wurtz et Bouchut au cours de leurs mémorables recherches sur ce végétal.

bles excepté du poisson. Ces Congrès ont donc un résultat absolument positif pour développer la consommation du poisson.

Les congressistes ont été initiés à toutes les opérations de pêche du port de La Rochelle. Ils ont assisté à bord des chalutiers à des pêches en mer, visité toutes les organisations destinées à la vente, à la manutention, à l'expédition du poisson, les usines de tous produits, etc.

L'utilité de ces Congrès de pêche dont nous parlions au début de cette note pour augmenter la vente et la consommation du poisson, est doublée d'une action efficace d'un autre ordre. M. Peau, chef des travaux biologiques de l'Institut Océanographique du Havre, qui donne dans *Musea* (janv. 1922) un compte rendu de cette semaine de pêche, dit notamment : « après avoir vu, à bord des gros chalutiers qui les avaient emportés au large des côtes, comment se pêche le poisson et partagé ainsi pendant quelques heures la dure existence des équipages, après avoir assisté au débarquement des produits, à leur préparation, à leur vente, à leur emballage, à leur expédition, et à la récupération finale de leurs moindres déchets, la plupart des congressistes prirent le chemin du retour *avec des idées entièrement nouvelles* sur l'exploitation des inépuisables richesses de la mer... » N'apparaît-il pas très souhaitable de voir ainsi souvent des personnes appartenant à des branches différentes de l'activité industrielle ou commerciale se rendre visite et s'instruire mutuellement des conditions réciproques de travail dans lesquelles elles se trouvent. L. R.

NOUVELLES

Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements. — Le 55e Congrès, qui s'est réuni cette année, à Marseille, a été cloturé le 22 avril, dans la salle des fêtes de l'Exposition coloniale, sous la présidence de M. J. Payot, recteur de l'Université d'Aix-Marseille, assisté de MM. Cagnat et Cordier, de l'Institut.

En l'absence des présidents des sections de physique, météorologie et chimie, MM. Houllevigue, Angot, Haller, ces sections ont été présidées par M. Rivals, doyen de la Faculté des Sciences de Marseille.

Union internationale d'astronomie, de géodésie et géophysique. — La réunion s'est tenue à Rome, du 2 au 10 mai. L'Académie des Sciences de Paris avait désigné, pour la représenter : MM. A. Lacroix, M. Hamy, H. Deslandres, B. Baillaud, Ch. Lallemand, L. Favé, D. Berthelot, L. Joubin, Ferrié, Mathias.

Institut International de Chimie Solvay. — Voici la liste des membres du premier conseil de chimie, qui a eu lieu du 21 au 27 avril 1922.

Comité Scientifique International : Sir William Pope, Président. A. Job, J. Perrin, Dony-Henault, secrétaires.

Commission Administrative : P. Heger, G. Chavanne, E. Tassel.

Participants :

Président : Professeur Sir William Pope, Cambridge. Professeur H.-E. Armstrong, F. R. S. London. Professeur F.-W. Aston, F. R. S. Cambridge. Professeur Sir W.-H. Bragg, London. Professeur T.-M. Lowry, F. R. S. Cambridge. Professeur R.-H. Pickard, F. R. S. Sutton (Surrey). Professeur F. Soddy, F. R. S. Oxford.

Professeur Docteur Einar Biilmann, Copenhague.

Professeur Debierne, maître des Conférences à la Faculté des Sciences, Paris. Professeur Marcel Delépine, Paris. Professeur A. Haller, membre de l'Institut, Paris. Professeur A. Job, Paris. Professeur Ch. Mauguin, Paris. Professeur Ch. Moureu, membre de l'Institut, Paris. Professeur Jean Perrin, Paris. Professeur J. Urbain, membre de l'Institut, Paris.

Professeur F.-M. Jaeger, Groningen.

Professeur Svante Arrhénius, Stockholm.

Professeur Berthoud, Neuchâtel (Suisse). Professeur Aug. Piccard, Zurich. Professeur Rupe, Bâle.

Professeur G. Chavanne, Bruxelles. Professeur O. Dony-Henault, Bruxelles. Professeur F. Swarts, Gand. Professeur H. Wuyts, Bruxelles.

Société de chimie physique. — La Société, qui avait déjà publié les conférences de M. Boll sur l'Electron et les phénomènes chimiques, de M. Bauer sur l'Atome de Bohr et la classification des éléments, prépare la publication des conférences suivantes :

M. de Broglie. — Etat actuel de la question des isotopes.

P. Langevin. — Les réactions chimiques et le rayonnement.

J. Servin. — Théorie photochimique des réactions.

J. Duclaux. — La photochimie au point de vue chimique et expérimental.

— Dans la séance du 10 mai, le professeur Svante Arrhénius a fait une Conférence sur « la physico-chimie du système solaire ».

Exposition de la Chimie. — En 1923, aura lieu à Paris une Exposition de la Chimie comprenant toutes les sections, sans exception, relatives aux matériel et produits de laboratoire et de l'industrie.

Pour renseignements s'adresser au commissariat de l'Exposition, 49, rue des Mathurins, Paris.

Institut international d'Anthropologie. — Une séance extraordinaire a été tenue le 1er mai, à Paris. Plusieurs rapports ont été présentés, notamment par MM. Bégouen, Hamal-Naudin, Fraipont, Breuil, Capitan, Florance, Péquart, Franchet, Siffre, etc...

Congrès français de Médecine. — Le 16e Congrès français de Médecine aura lieu à Paris, du jeudi 12 au samedi 14 octobre 1922, sous la présidence du professeur Widal, membre de l'Institut.

Les Rapports porteront sur les sujets suivants : 1° Eléments de diagnostic entre l'ulcère gastrique et l'ulcère duodenal ; 2° De la signification pathologique des formes anormales des globules blancs ; 3° Traitement préventif et curatif des maladies par carence.

Pour tous renseignements, s'adresser à la permanence du Congrès, à la Faculté de Médecine, 12, rue de l'Ecole-de-Médecine, Paris (6e).

Hôpitaux de Paris. — On inaugurera, le dimanche 14 mai, à l'Hôtel-Dieu, sous la présidence du professeur Hartmann, le monument élevé à la mémoire du professeur Lucas-Championnière. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Le nombre des chefs de travaux des Universités des départements est de 121, celui des préparateurs de 230, le personnel des cliniques et d'ana-

tomie de 176, soit un effectif de 527 pour le service de l'enseignement pratique (personnel enseignant auxiliaire). A Paris, ce personnel comprend près de 200 titulaires qui, tout en assurant l'enseignement pratique, a le devoir de se livrer aux recherches scientifiques pures et appliquées, facilitées par la libre disposition du matériel des laboratoires.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences*. — Sont nommés professeurs les Maîtres de conférences dont les noms suivent : MM. Amédée Guillet (physique) ; Marcel Guichard (chimie minérale) ; Victor Auger (chimie analytique) (*J. Off.*, 26 avril).

— Le professeur Svante Arrhenius, de l'Université de Stockholm, a fait dans l'amphithéâtre de physique de la Sorbonne, les 29 avril, 2, 4 et 6 mai, une série de conférences, sur les théories des ions et les ressources du globe terrestre en énergie.

Soutenances de thèse. — Doctorat ès-sciences physiques : le 10 mai, M. Rolland. « Oscillations du pendule par la méthode photographique. Influence de la suspension. »

— *Doctorat ès-sciences naturelles :* le 11 mai, M. Hovasse. « Etudes des chromasomes. »

Institut d'optique. — Le programme complémentaire des Conférences du deuxième semestre de l'année scolaire 1921-22, qui ont lieu à Paris, 140, boul. Montparnasse, comprend :

Appareils spectroscopiques ; photométrie ; propriétés des plaques photographiques ; huit à dix leçons, par M. Ch. Fabry, les jeudis et samedis à 10 h. 3/4, à partir du 6 avril.

Technique de la spectrographie des rayons X. Une conférence, par M. de Broglie, le lundi 8 mai, à 2 h. 1/2.

Spectrographie : Appareils ; réglage ; raies ultimes ; spectres de dissociation. Deux conférences, par M. de Gramont, les lundis 22 et 29 mai, à 10 h. 3/4.

Le microscope, son emploi, en particulier dans les sciences biologiques. Quatre conférences, par M. Mouton, les 27 et 31 mai, 3 et 7 juin, à 10 heures.

Polarimétrie. Trois conférences par M. Cotton, les 15, 17 et 22 juin, à 2 h. 1/2.

Les instruments employés pour l'observation des éclipses de soleil. Une conférence par M. de la Baume-Pluvinel, le 29 juin, à 2 h. 1/2.

Contrôle des surfaces optiques. Trois conférences par M. Yvon les lundis 12, 19 et 26 juin, à 10 h. 3/4.

L'Institut d'optique assure, en outre, sous le patronage du Syndicat des Instruments de précision, la publication mensuelle du *Journal d'optique* dirigée par M. Ch. Fabry, où sont traitées les questions les plus actuelles de l'optique théorique et appliquée.

Faculté de Médecine. — Un arrêté décide sur la proposition du Conseil de l'Université, la création d'un Institut d'hygiène.

— Sir Russell-Wels, vice-chancelier de l'Université de Londres, a inauguré, le 6 mai, la série des conférences confiées à des professeurs anglais : il a étudié « le rétrécissement mitral ». Voici la liste des leçons qui seront données :

11 mai : sir Wilmot Herringham, la *Fièvre des tranchées* (en français); 13 : M. Sampson Handley, *Pathologie lymphatique ;* 18 : M. E.-H. Starling, la *Compensation dans les maladies du cœur* (en français); 20 : M. H.-J. Waring, *Pancréatite aiguë* ; 27 : M. G. Elliot Smith, la *Vision stéréoscopique et l'évolution de l'homme*.

Conservatoire des Arts et Métiers. — La chaire de géométrie appliquée aux Arts prend le nom de chaire de mathématiques (en vue des applications). (Décret de Fez, 12 avril).

Muséum d'Histoire naturelle. — M. Trouessart, professeur, a commencé son cours de Zoologie, le 5 mai, et le continuera tous les lundis et vendredis, à 4 heures, dans la salle des Cours de la Galerie de Zoologie (1er étage).

Le Professeur traitera des divers ordres de la classe des oiseaux. Une ou deux leçons seront consacrées à la question de la protection des oiseaux utiles à l'agriculture.

Le cours sera complété par des Conférences dont les jours et heures seront indiqués ultérieurement.

— M. Marcellin Boule, professeur a commencé son cours de Paléontologie, le 3 mai, et le continuera tous les mercredis et vendredis, à 3 heures, dans l'Amphithéâtre des nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon.

Le professeur traitera des fossiles des terrains quaternaires.

Le cours sera complété par des Conférences dont les jours et heures seront indiqués ultérieurement.

— M. L.-J. Simon, professeur, a commencé son cours de Chimie appliquée aux corps organiques, le 26 avril, et le continuera tous les mercredis et vendredis, à 5 heures, dans la salle des Cours du Laboratoire, 63, rue Buffon.

Le professeur traitera du Glucose, ses analogues, ses dérivés ; structure moléculaire, configuration stéréochimique ; synthèse et fermentation.

— M. D. Bois, professeur, a commencé son cours de Culture, le 25 avril, et le continuera tous les mardis et vendredis, à 10 heures.

Le professeur traitera des Plantes alimentaires.

— Mme Madeleine Lemaire a commencé son Cours de Dessin appliqué à l'étude des plantes le 2 mai et le continuera les mardis, jeudis et samedis, à 3 heures, dans la salle des Cours de Dessin (porte d'Austerlitz) qui sera ouverte aux élèves à partir de 1 heure.

— L'Administration du Muséum vient de faire paraître un livret-guide populaire (vendu au prix de 2 fr.), avec photographies, plan des galeries et plan général en couleurs des Jardins et de la Ménagerie.

Collège de France, *Institut d'hydrologie*. — M. le professeur Ch. Moureu a fait, au Collège de France, les 6 et 13 mai, à 16 heures, deux conférences sur la Radioactivité et les gaz rares des eaux minérales. Des expériences ont été faites par M. Lepape qui a exposé en outre la technique nouvelle mise en œuvre dans le laboratoire de M. le professeur Moureu et décrit le matériel utilisé.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — La chaire des applications industrielles de la chimie organique et agricole, à l'Ecole Centrale, est actuellement vacante.

Les candidats devront adresser leur demande, accompagnée de leurs titres, à M. le Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier, Paris (3e), avant le 1er juin 1922.

— Le diplôme d'ingénieur vient d'être délivré à 737 élèves, dont 353 avaient été mobilisés dans les armées françaises et alliées. Cette promotion comptait, dans la section C, sept jeunes filles. Le major de la section des anciens mobilisés est M. Desrues.

— M. Bricard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, est chargé du Cours de géométrie descriptive et de cinématique.

Institut national agronomique. — Un concours pour la désignation d'un professeur d'horticulture sera ouvert le 26 juin prochain (*J. Off.*, 13 avril).

Université de Montpellier. — La chaire de physique médicale est déclarée vacante (16 avril).

Université de Lille. — Sont nommés professeurs, les Maîtres de conférences : M. Jouniaux (Chimie analytique) ; M. Dehorne (Zoologie).

Université de Strasbourg. — Sont nommés professeurs, les Maîtres de conférences : MM. Bauer (Mathématiques) ; Labrouste (Physique du globe) ; Ribaud (Physique générale) ; Cornec (Chimie appliquée).

Ecoles de médecine. — Le 23 octobre prochain aura lieu, à la Faculté de Médecine de Lyon, un concours pour la désignation des titulaires pour les emplois suivants : 1° suppléant de physique et chimie ; 2° suppléant d'histoire naturelle, à l'Ecole de Dijon.

Ecole vétérinaire d'Alfort. — M. Maignon, professeur de physiologie et thérapeutique générale à l'Ecole de Lyon, est désigné pour occuper la même chaire à Alfort.

Ecole du service de santé des troupes coloniales. — Le 16 octobre, un concours pour la nomination de professeurs-adjoints aura lieu à Bordeaux.

— La chaire de chimie et toxicologie est vacante.

Université d'Edimbourg. — Des étudiants et étudiantes en médecine de l'Université écossaise, venus en France pour visiter les hôpitaux, ont déposé, le 15 avril, à la Sorbonne, une superbe couronne au pied du monument élevé aux étudiants français morts pour la patrie ; ils ont été reçu par M. Maurellet, inspecteur d'Académie.

Université de Padoue. — Le septième centenaire de l'Université de Padoue sera célébré du 14 au 17 mai, en présence des délégués des Universités étrangères. L'Université de Paris sera représentée par MM. Borel (Sciences), Hauvette (Lettres), Richet (Médecine), Cazamian et Montel (Ecole Normale supérieure).

Universités hollandaises. — Une délégation d'étudiants des universités d'Amsterdam, de Leyde, d'Utrecht et de Groningue a été reçue à Paris par l'Association des étudiants et a visité les Facultés de Paris.

R. L.

NÉCROLOGIE

Le physico-chimiste Ph.-A. Guye. — Physico-chimiste éminent, M. Ph.-A. Guye, Professeur à l'Université de Genève, était, quoique jeune encore, un des plus anciens correspondants de la section de Chimie. Son œuvre, aussi étendue qu'originale, se distingue par un souci constant de la rigueur et de la précision. Pénétré, dès ses débuts dans la science, que des mesures n'ont de réelle valeur que si l'on s'adresse à des corps purs et chimiquement définis, M. Ph.-A. Guye a consacré plusieurs années à des recherches qui lui ont permis de se familiariser avec toutes les méthodes en usage dans la synthèse minérale et organique ainsi que dans l'analyse.

Bien armé au point de vue de la technique expérimentale, et après avoir passé son Doctorat à l'Université de Genève, M. Ph.-A. Guye vint à la Sorbonne dans le laboratoire de Ch. Friedel où une orientation nouvelle fut donnée à ses travaux.

C'est à Paris qu'il commença ses importantes recherches sur la dissymétrie moléculaire, recherches qui font en quelque sorte suite à celles, classiques, de Pasteur, Le Bel, Van t'Hoff, etc. Elles ont eu une répercussion considérable dans le domaine de l'asymétrie chimique et lui ont valu le prix Vaillant de l'Académie des Sciences. Joint à un mémoire sur « le coefficient critique et la détermination du poids moléculaire au point critique », ce travail a fait l'objet de sa thèse en Sorbonne. Retournant à Genève comme professeur de Chimie-Physique à l'Université, M. Ph.-A. Guye y continua ses recherches, forma des élèves, et devint, au bout de peu d'années, un véritable chef d'Ecole.

Indépendamment d'études d'ordre purement scientifique qu'à aucun moment il ne consentit à perdre de vue, le savant Professeur aborda des travaux relatifs à l'électrochimie et en rapport avec le développement des Industries électrotechniques de son pays. Les uns concernant l'électrolyse des chlorures alcalins, et les autres la production de l'acide azotique synthétique. Ces derniers ont été, au début, effectués avec MM. Naville et Ph.-A. Guye et poursuivis plus tard par l'auteur seul. Cette contribution importante, apportée à la solution d'un des problèmes les plus captivants de synthèse industrielle, a été récompensée par l'attribution, aux auteurs suisses, de la médaille d'or de notre Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale.

Les vingt dernières années de l'activité scientifique de l'illustre chercheur ont été consacrées au contrôle des poids atomiques. Il est difficile de résumer des travaux de ce genre, parce que leur intérêt réside principalement dans le soin apporté à la purification des produits à étudier, et à l'exécution de tous les détails des opérations, ainsi que dans la critique judicieuse des expériences. D'après sir E. Thorpe, dont la compétence en ces matières est bien connue, « les méthodes physico-chimiques adoptées à Genève pour contrôler les poids atomiques par la densité des gaz corrigée de l'écart à la loi d'Avogadro, réalisent, au point de vue de la précision, un progrès aussi important par rapport aux méthodes de Stas que celui accompli par ces dernières méthodes comparées aux observations anciennes ».

L'action de M. Ph.-A. Guye ne s'est pas bornée à celle du chercheur original et ingénieux dans le domaine qui lui était dévolu. Désireux de doter les pays de langue française d'un organe spécial où seraient publiés les travaux se rattachant à sa science de prédilection, il fonda, dès 1903, le *Journal de Chimie Physique*, qu'il alimenta en grande partie par des mémoires sur des recherches exécutées dans son propre laboratoire. Malgré les difficultés de toute nature qu'il a dû surmonter, malgré une santé précaire due à un surmenage intensif, notre regretté confrère a tenu à assurer l'existence de cette précieuse publication jusqu'à sa mort.

C'est dans le même ordre d'idées que, pour affranchir les chimistes suisses de l'obligation de recourir

aux périodiques allemands, il a, de concert avec un certain nombre de ses collègues, créé, en pleine guerre, les *Helvetica Acta Chimica*, destinées à recueillir tous les travaux de chimie effectués dans les laboratoires disséminés sur tout le territoire de la République.

Très attaché à la France et par le cœur et par l'esprit, M. Ph.-A. Guye, tout en étant un patriote éprouvé, n'a cessé de préconiser et de défendre la culture et les méthodes françaises, afin de dégager ses compatriotes de l'emprise allemande. Il a mis dans cette tâche délicate une ardeur patriotique, un tact et une continuité tels que ses avis étaient très écoutés, non seulement du corps enseignant helvétique, mais encore des pouvoirs publics auprès desquels son influence devenait sans cesse grandissante. Véritable animateur et entraîneur, il a fait école et a formé de nombreux disciples avec l'espoir que, peu à peu, les chaires de haut enseignement pussent être confiées en majeure partie à ses nationaux, et certaines d'entre elles à des savants de formation latine.

J'ajouterai enfin, qu'aussitôt la guerre déclarée, il a mis, généreusement et sans bruit, sa science et sa grande pratique au service de notre pays et des alliés. Nombreux et variés sont les conseils d'ordre technique qu'il a bien voulu nous donner, de façon à hâter et à améliorer nos fabrications de guerre.

La mort prématurée de notre confrère met non seulement en deuil sa famille, ses amis et son pays, mais elle constitue aussi une perte irréparable pour la science chimique et pour notre propre pays.

A. HALLER,
Membre de l'Institut.

Le physicien René Benoît. — Le très distingué directeur honoraire du Bureau international des poids et mesures, correspondant de l'Académie des Sciences, vient de mourir à l'âge de 78 ans. Il était né à Montpellier et s'était fait remarquer, au laboratoire de Jamin, à la Sorbonne, par ses recherches sur les résistances électriques des métaux (thèse 1872). Son œuvre en métrologie est considérable, qu'il s'agisse d'unités électriques, de coefficients et dilatation, de thermométrie ou de mesures de longueur. Nous donnerons prochainement une étude complète sur ses travaux.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 10 avril 1922

GÉOMÉTRIE. — *E. Vessiot.* **Sur la géométrie conforme des systèmes de cercles.**

— *A. Myller* (prés. par M. Appell). **Quelques propriétés des surfaces réglées en liaison avec la théorie du parallélisme de M. Levi-Cività.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Borel.* **Définition arithmétique d'une distrib ıtion de masses s'étendant à l'infini et quasi périodique, avec une densité moyenne nulle.**

— *Maurice Hamy.* **Sur l'approximation des grands nombres.**

— *Ivar Fredholm.* **Une application de la théorie des équations intégrales.**

— *Maurice Janet.* **Sur les formes canoniques invariantes des systèmes algébriques et différentiels.**

— *Torsten Carleman* (prés. par M. Emile Borel). **Démonstration d'un théorème de M. Borel.**

— *Emile Borel.* **Remarques sur la note de M. Carleman.**

CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* **Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.**

L'auteur développe et complète le problème qu'il a déjà posé (*C. R.*, 13 mars 1922), sur la détermination du doublet de spiraux le plus propice à la réalisation de l'isochronisme, en ayant égard aux divers frottements résiduels d'un balancier réglant rigide et en s'efforçant de maintenir ces perturbations dans un domaine d'approximation comparable à celui que l'on peut atteindre dans la régularité du moment statique transmis au balancier par ses ressorts réglants.

— *Henri Chrétien* et *Paul Ditisheim* (prés. par M. Bigourdan). **Chronographe électrique, enregistrant, en chiffres, le temps au centième de seconde.**

L'instrument est actionné par un moteur électrique synchronisé dont la marche est soumise au contrôle intermittent d'une horloge ou d'un chronomètre à contacts électriques. Un mécanisme imprimant convenable inscrit une empreinte aux instants voulus.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Maurice Sauger* (prés. par M. Emile Borel) **Sur une coïncidence remarquable dans la théorie de la relativité.**

L'application des formules de Lorentz dans le cas d'un mouvement accéléré et de la loi de Newton conduit, pour l'expression de l'intervalle fondamental *ds*, à la formule déjà obtenue par Schwarzschild en considérant le mouvement uniforme et en utilisant la loi d'Einstein. Tout porte à croire que les approximations ainsi adoptées fournissent des résultats opposés et se compensent.

ASTRONOMIE. — *Berloty* et *Combier* (prés. par M. Bigourdan). **Eclipse de Soleil du 28 mars 1922, observée à l'Observatoire de Ksara (Syrie).**

On a noté le premier contact et les heures d'occultation de sept taches solaires ; le premier contact a eu lieu à 1 h. 39 m. 12 s., c'est-à-dire 19 s. 5 avant l'heure calculée 1 h. 39 m. 31 s. 5.

— *J. Tarazona* (prés. par M. Bigourdan). **Observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 27-28 mars 1922, faite à l'Observatoire astronomique de Valence (Espagne).**

Le premier contact a eu lieu avant l'heure calculée, 12 s. 1 (observateur, Tarazona), 15 s. 1 (observateur, Marti Ortello). De même le second contact s'est produit avant l'heure calculée, 39 s. 3 (obs. Tarazona), 26 s.3 (obs. Marti Ortello).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Guillaume* (prés. par M. B Baillaud). **Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le quatrième trimestre 1921.**

On a observé 19 groupes de taches au lieu de 32, occupant une superficie de 2.470 millionièmes au lieu de 2.565 pendant le trimestre précédent ; pendant 18 jours au lieu de 10, aucune tache n'était visible sur le Soleil.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *Henri Chaumat* (prés. par M. Paul Janet). **Sur un dispositif permettant l'élimination et la détermination du facteur de correction des wattmètres.**

Le cadre mobile à fil fin porte deux circuits identiques isolés l'un de l'autre et superposés, et pouvant être mis, par des dispositifs appropriés, soit en parallèle, soit en série. De même, le circuit à gros fil, dit *circuit série du wattmètre* possède deux enroulements.

pouvant être mis en série ou en parallèle. La correction peut être obtenue en conbinant convenablement ces circuits.

ACOUSTIQUE. — *Charles Dévé* (prés. par M. Rateau). **Sur le bruit des avions.**

Un observateur, placé sur un terrain dur et à peu près uni, perçoit le son produit par un avion passant au-dessus de sa tête avec une tonalité qui monte lorsqu'il se baisse ; la tonalité semble s'élever de plus de deux octaves, lorsque son oreille se trouve à 20 cm. du sol. L'impression de montée de la tonalité cesse quand l'avion s'éloigne à environ 45° du zénith, elle ne se manifeste jamais pour un observateur placé à la fenêtre d'un étage. M. Dévé explique ce résultat par la forme caractéristique des ondes de percussion, comparables aux ondes d'explosion.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *J. Galibourg* et *F. Ryziger*. **Sur une méthode permettant de reconnaître les perles japonaises cultivées.**

Ces perles sont généralement percées d'un trou de faible diamètre (2 à 6 dixièmes de millimètres). On peut en éclairer la paroi intérieure avec un miroir incliné en acier, tiré d'une aiguille d'acier coupée à 45 degrés. ou bien avec la surface d'une goutte de mercure dont le ménisque constitue un excellent miroir convexe qui réfléchit panoramiquement toute la surface intérieure du trou situé entre le contour apparent horizontal du ménisque et l'ouverture du trou. On peut ainsi, en visant avec un microscope dans la direction du trou, explorer de part en part l'intérieur de la perle.

MÉTÉOROLOGIE. — *Paul Garrigou-Lagrange* (prés. par M. Georges Lemoine). **Les grands mouvements de l'atmosphère et la prévision du temps.**

L'auteur conclut que « la connaissance des mouvements généraux de l'atmosphère permet de déterminer le caractère des périodes successives au point de vue notamment de la distribution des pressions et des températures ». R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Mondain-Monval* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la préparation du chlorure d'ammonium.**

On peut récupérer le chlorure d'ammonium, dissous dans les eaux résiduelles de la préparation de la soude Solvay, par simple cristallisation en additionnant la saumure d'ammoniaque de manière à avoir en présence NaCl, CO^3Na^2, $CO^3(NH^4)^2$, NH^4Cl. L'étude des solubilités au moyen du diagramme carré de M. Le Chatelier permet de connaître les conditions de cristallisation. Les surfaces de saturation s'y coupent suivant des lignes correspondant au dépôt de deux sels. On obtient aussi deux triple-points ; les expériences ont été faites à 15°.

— *P. Rion* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions alcalines.**

En vue de l'étude de la carbonatation dans la préparation de la soude Solvay, l'auteur a déterminé l'influence des facteurs : concentration en CO^3Na^2 et en CO^2, température et agitation, présence de CO^3NaH et NaCl. Les recherches seront poursuivies avec les saumures ammoniacales.

— *C. Chéneveau* (prés. par M. P. Janet). **Sur une application de la méthode optique de détermination de la solubilité d'un liquide dans un autre.**

Poursuivant ses intéressantes recherches, l'auteur montre que l'abaissement d'indice de l'aniline est proportionnel à la quantité d'eau qui y passe. Avec des solutions de corps sans action chimique sur l'aniline, l'abaissement d'indice par unité de masse est le même pour tous les corps ; le phénomène d'ionisation n'intervient pas.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *Hieulle* (prés. par M. E. Roux). **Aptitude de l'aldéhyde formique à former l'acide cyanhydrique par oxydation. en milieu argentico-ammoniacal.**

On prend le polyoxyméthyline en solution ammoniacale, en présence de l'azotate d'argent et de MnO^4K en cristaux ; 5 gr. pour 0 g. 01. On obtient CNH avec un rendement de 36 %.

$$HCHO + NH^3 + O = CNH + 2H^2O$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *A. Petit* (prés. par M. Costantin). **A propos du « réveil de la terre arable ».**

M. Lumière avait montré en 1920 que le lavage de la terre éliminait les produits qui s'opposaient à la germination. L'auteur rappelle qu'en 1909 dans son ouvrage « Culture des plantes en pot », il avait signalé l'existence de ces sels solubles nocifs. A. Rigaut.

BOTANIQUE. — *Paul Vuillemin*. **Une nouvelle espèce de *Synaphalastrum* ; affinités de ce genre.**

Quatre espèces de *Synaphalastrum* sont actuellement connues, l'auteur en décrit une cinquième, parasite d'un *Rhizopus*, et qu'il nomme *S. Rhizopi*. Cette nouvelle espèce se distingue de prime abord par les baguettes sporogènes en partie ramifiées comme chez quelques *Syncephalis*, tandis que dans les précédentes espèces elles sont toutes simples.

M. Vuillemin passe en revue les données qui permettent de fixer les affinités de ce genre paradoxal et arrive à cette conclusion, que le genre *Syncephalastrum* appartient à la famille des Mucoracées et à la tribu des Absidiées.

— *Edmond Gain* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Température ultra-maxima supportée par les embryons d'*Helianthus annuus* L.**

L'auteur s'est proposé de vérifier jusqu'à quelle température limite la vie pouvait être conservée à l'embryon lorsqu'on fait varier les conditions de dessiccation et de chauffage sec qu'on lui impose. Les résultats obtenus permettent de conclure que la dessiccation graduée et le chauffage par paliers, espacés par des périodes de repos et de refroidissement de plusieurs heures ou de plusieurs jours, permettent d'élever la température limite jusqu'à des chiffres qui paraissent dépasser notablement ceux qui sont donnés par les travaux classiques. Des embryons peuvent passer à la vie active après avoir subi des chauffages maintenus parfois 30 minutes au-dessus de 130°, et poussés par paliers jusqu'au delà de 150°.

GÉOLOGIE. — *Antonin Vanquine* (prés. par M. Emile Haug). **Sur l'allure et les dislocations de la nappe du Cheiron au sud du haut Estéron, jusqu'à la haute vallée du Loup (Alpes-Maritimes).**

L'étude des faits relatés dans cette Note met en évidence la fragmentation plus ou moins accentuée de la nappe provençale du Chairon par les mouvements alpins. Dans cette région, cependant, les répercussions alpines ont conservé les grandes directions tectoniques des charriages antérieurs.

GÉOPHYSIQUE. — *Adrien Guebhard*. **A propos du dernier tremblement de terre provençal.**

L'auteur montre combien il est intéressant de vérifier la réalité de coïncidence des zones de tremblements de terre avec les grandes lignes de fracture volcanisées intéressant toute l'épaisseur de la croûte terrestre.

Les sismes dus au déplacement relatif des parois affrontées de géosynclinaux distincts ont le plus souvent leur point de départ dans les fosses ombilicales

du large des grands océans, et l'atténuation de plus en plus grande des surcharges sédimentaires doit en rendre l'éventualité de moins en moins redoutable.

PHYSIOLOGIE. — *W. Konaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). **La différenciation des phénomènes de choc par contact.**

Les faits relatés dans cette Note constituent des arguments complémentaires en faveur d'une différenciation des chocs par contact ; actuellement déjà, il existe une base expérimentale pour distinguer parmi eux le *choc cellulaire* ou *anaphylactique*, nécessitant un temps d'incubation, et un *choc humoral* qui se déclanche immédiatement. Parmi les *chocs humoraux*, on distingue le *choc floculant*, le choc *lytique* et le choc *thromboplastique*.

— *Raoul Bayeux* (prés. par M. Roux). **La respiration maximum aux très hautes altitudes.**

A l'altitude, le débit respiratoire maximum diminue. Plus l'altitude s'élève et plus le débit maximum diminue. La fatigue n'intervient que pour une part très faible dans cette diminution. Il est notable que le retour à une altitude plus basse donne au débit maximum une valeur plus forte qu'avant l'ascension.

Les injections sous-cutanées d'oxygène ramènent vers la normale le débit maximum diminué par l'altitude. Elles exagèrent même le débit extrême obtenu au retour d'une ascension.

— *W. Koskowski* (prés. par M. Roux). **Nicotine et les nerfs inhibitoires du cœur.**

Les ganglions intracardiaques ne peuvent pas être considérés comme des terminaisons des pneumogastriques dont ils sont indépendants au point de vue trophique.

La nicotine n'agit pas sur le cœur par l'intermédiaire du pneumogastrique, mais directement sur les ganglions intracardiaques.

HISTOLOGIE. — *J. Mawas* (prés. par M. Henneguy). **Le tissu lymphoïde de la valvule spirale de l'intestin moyen de l'*Ammocœtes branchialis* et sa signification morphologique.**

L'étude histologique et embryologique faite par l'auteur l'autorise à dire que cette valvule spirale correspond à la rate des autres Vertébrés. Embryologiquement, même origine et même zone de développement. Histologiquement, même structure : paroi et cloisons conjonctives, sinus sanguins, cordons lymphoïdes, amas lymphoïdes, le tout se développant autour de la veine porte.

La rate des Petromyzontes est donc plus compliquée que celle des Myximoïdes ; elle atteint son plus haut degré de perfectionnement chez les larves de 10 cm. à 12 cm., pour rétrograder ensuite au moment de la métamorphose.

ZOOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). **Histolyse et Phagocytose musculaires dans le cœlome des Néréides à maturité sexuelle.**

Il existe dans le cœlome des Néréides à maturité sexuelle, comme dans la cavité générale des larves et des nymphes d'insectes, de vrais phénomènes d'histolyse musculaire. Il règne, dans le cœlome, une activité phagocytaire indéniable. Il existe, en effet, bien avant tout prélude de métamorphose externe, une fragmentation sarcolytique de certaines fibres, et les sarcolytes sont, par la suite, la proie des leucocytes.

Ces phénomènes, de longue durée, ont lieu chez les mâles comme chez les femelles, et se poursuivent sous le régime de l'épitoquie, parallèlement aux remaniements qui donnent la fibre hétéronéréidienne.

HYGIÈNE. — *Kohn Abrest* (prés. par M. d'Arsonval). *L'Indice de toxicité* **des appareils d'éclairage, de chauffage et des moteurs à explosion.**

L'auteur propose de nommer *indice de toxicité* la valeur numérique du rapport $\frac{CO}{CO^2}$.

Pour les moteurs à essence, l'indice de toxicité est des plus élevés ; leurs produits d'échappement sont donc dangereux et ces moteurs utilisent incomplètement le combustible.

Les appareils à gaz habituels ne présentent pas d'indices élevés sauf certains becs à incandescence où l'indice dépasserait 0,02.

Au point de vue de l'hygiène des habitations éclairées ou chauffées au gaz, il suffira de veiller à la bonne aération. Dans ces conditions, des systèmes dont l'indice de toxicité atteint 0,01 et même 0,02 seront sans inconvénient. L'auteur estime cependant qu'autant que possible, on devrait exiger un indice inférieur à 0,01.

P. Guérin.

Séance du mardi 18 avril 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Valiron* (transm. par M. Emile Borel). **Sur les fonctions entières d'ordre entier.**

MÉCANIQUE. — *E. Goursat.* **Sur le problème de la poussée des terres.**

ASTRONOMIE. — *E. Belot* (prés. par M. Bigourdan). **Sur le rôle des milieux nébuleux dans la dynamique des systèmes stellaire et planétaire.**

L'auteur étudie successivement la relation « entre les vitesses et les types spectraux ou les masses stellaires » ; pourquoi « le milieu résistant de la nébuleuse primitive a laissé subsister une loi des distances des planètes et satellites » ; enfin, « l'objection de Newton contre les tourbillons cartésiens ».

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Emile Borel.* **Hypothèses physiques et hypothèses géométriques.**

Pour prévenir les confusions possibles, M. Borel précise le sens qu'il a donné au ds^2 physique et au $d\sigma^2$ géométrique arbitraire dans une Note antérieure (*C. R.*, t. 173, 1921, p. 189).

THERMODYNAMIQUE. — *E. Ariès.* **Sur le maximum de chaleur de vaporisation.**

On a tendance à penser que la chaleur de vaporisation va en croissant, lorsque la température décroît depuis l'état critique jusqu'au zéro absolu. M. Ariès démontre qu'il est possible que la chaleur de vaporisation, après avoir atteint un maximum, finisse par décroître jusqu'au zéro absolu.

CINÉMATOGRAPHIE. — *L. Bull* (prés. par M. Ch. Richet). **Appareil pour la dissociation rapide des images dans la cinématographie par étincelle électrique.**

Chacune des étincelles donne une image. Si on emploie les très hautes fréquences employées en T.S.F., le déplacement de la pellicule devra être très rapide, pour que les images consécutives n'empiètent pas les unes sur les autres. La pellicule se déplaçant avec une vitesse de 100 m. et le nombre des étincelles étant de 50.000 par seconde, les images ne peuvent avoir que 2 m/m. de large. On peut obtenir de meilleurs résultats en faisant déplacer l'image, celle-ci se formant sur le pourtour intérieur d'un cylindre circulaire où se trouve appliquée la pellicule, au moyen d'une lentille associée à un prisme à réflexion totale, l'ensemble du système optique pouvant tourner autour de l'axe de la lentille, placé lui-même suivant l'axe du cylindre.

PHYSIQUE. — *Albert Nodon* (transm. par M. M. Brillouin). **Sur l'action photogénique des ultra-radiations.**

Des plaques photographiques entourées de carton noir et placées au soleil ne reçoivent aucune impression photogénique. Si on dispose sur le carton des silhouettes en plomb ou en oxyde d'uranium, on observe une action photogénique dont l'intensité est variable d'un jour à l'autre. Ces phénomènes pourraient s'interpréter par une action directe du Soleil ou indirecte de la haute atmosphère ; le rayonnement du sol ne semble pas devoir intervenir.

MINÉRALOGIE. — *Ad. Braly.* **Nouvelle méthode de recherche de l'or et de l'argent dans les minerais au moyen du chalumeau.**

Au lieu d'une fusion avec excès de plomb et borax, suivie d'une coupellation précédée ou non de scorification, ce qui exige l'emploi de coupelles en cendre d'os, il est préférable d'effectuer une scorification complète en utilisant de petits scorificatoires de 2 cm. de diamètre que l'on trouve dans le commerce.

— *Alfred Schoep.* **La soddite, nouveau minéral radioactif.**

Ce minéral est souvent intimement associé à la curite de Kasolo (Katanga, Congo belge). Ses cristaux sont jaunes, de dureté comprise entre 3 et 4, de densité 4,627 à 17° C ; ils correspondent à la formule

$$12\,UO^3.5\,SiO^2.14\,H^2O$$

et possèdent une radioactivité en rapport avec la teneur élevée en uranium.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Thoulet.* **Eruptions volcaniques sous-marines profondes.**

Les échantillons, au nombre d'environ 120, recueillis au tube de Buchanan par le prince de Monaco, dans la région volcanique des Açores, ont une structure sensiblement homogène et sont constitués par de la vase à globigérines ordinaire.

Cette texture homogène peut servir de preuve à la grande localisation des éruptions. Lorsque celles-ci se produisent au-dessous de 730 m. de profondeur correspondant à la pression critique de l'anhydride carbonique, ce gaz se diffuse immédiatement dans l'eau ambiante. Les matières solides en fusion sont réduites en particules très menues, qui retombent en pluie, à très courte distance des orifices d'éjection.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE — *E. Darmois* (prés. par M. Haller). **Action des acides sur le molybdomalate d'ammonium.**

L'acide dextrogyre donne un sel de NH^4, très actif $[\alpha]_{578} = +22°$, très sensible à l'action des acides minéraux avec mise en liberté de l'acide $MoO^3.2\,C^4H^6O^5$.

Les acides organiques, comme l'acide acétique, agissent beaucoup moins. L'action des acides chloracétiques permet d'estimer la concentration des ions H. On peut, d'autre part, utiliser la réaction pour déceler la présence d'un millième de SO^4H^2 dans un vinaigre à 60 gr. d'acide par litre.

A. Rigaut.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). **Embryogénie des Rosacées. Les premiers stades du développement de l'embryon chez le *Geum urbanum* L.**

Chez le *Geum urbanum*, l'embryon se développe selon des règles simples, assez constantes et très différentes de celles qu'on observe chez les autres Angiospermes. On retrouve, dans ce nouveau type de développement, au stade octocellulaire, une *épiphyse* comparable à celle qui a été rencontrée chez le *Myosotis hispida* Schlecht. Elle s'en distingue néanmoins par son origine, car chez le *Geum urbanum*, l'épiphyse est une unité de troisième génération, engendrée par la cellule fille de la cellule apicale du proembryon bicellulaire, tandis que, chez le *Myosotis hispida*, elle appartient à la quatrième génération et est issue de la cellule petite-fille de la même cellule apicale.

BOTANIQUE. — *M.* et *Mme Fernand Moreau* (prés. par M. L. Guignard). **Le mycélium à boucles chez les Ascomycètes.**

Les auteurs ont observé, chez un Ascomycète, le Champignon d'un Lichen, le *Parmelia Acetabulum*, la présence d'hyphes ascogènes dont les dernières ramifications sont à cellules binucléées et présentent sur leur flanc des boucles identiques à celles des mycéliums, également à cellules binucléées, des Basidiomycètes. L'asque n'est que la cellule terminale d'une chaîne de dikaryocytes ; la cloison qui le sépare de la cellule voisine s'accompagne d'une anse, comme toutes les cloisons du mycélium ascogène à cellules binucléées, et l'apparence du « crochet ascogène » est due à une légère modification de la production d'une anse ou à l'observation d'une anse encore incomplètement formée.

— *L. Corbière* et *Aug. Chevalier* (prés. par M. L. Mangin). **Sur l'origine du *Spartina Townsendi* et sur son rôle dans la fixation des vases marines.**

Le *S. Townsendi Groves* n'est nullement un hybride né sur les côtes d'Europe, mais c'est une plante importée de la côte Atlantique de l'Amérique du Nord. Son appellation, d'après les règles de la nomenclature, doit être désormais : *S. glabra* Muhlb. var. *Townsendi* (Groves).

Son introduction accidentelle a été, à certains égards, un événement heureux, puisque, grâce à son pouvoir colmatant, plusieurs milliers d'hectares ne tarderont pas à être gagnés sur la mer dans la baie de Veys. Les auteurs ont constaté également que cette plante constituait un fourrage brouté avec satisfaction par les bovins. En Amérique, les *Spartina* sont regardés comme une source possible de pâte à papier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Stoklasa* (prés. par M. L. Maquenne). **Influence du sélénium et du radium sur la germination des grains.**

Comment les sels que forme le sélénium avec les bases vulgaires agissent-ils sur la germination et ultérieurement sur la synthèse végétale en présence ou en l'absence de lumière, avec ou sans radioactivité? De ses expériences sur les grains d'Orge, de Blé, de Seigle d'Avoine, de Sarrazin et sur les graines de Fève, l'auteur constate que l'énergie germinative est considérablement accrue par l'eau chargée d'émanation ; la radioactivité du milieu neutralise en majeure partie les effets toxiques du sélénium, tant sous la forme de sélénites qu'à l'état de séléniates alcalins.

CYTOLOGIE. — *R. Argaud* (prés. par M. Hennegoy). **Sur la présence intra-nucléolaire du centrosome.**

L'observation cytologique qui fait l'objet de cette Note porte sur un myélome de la mamelle, chez l'homme, tumeur dont la partie centrale dégénérée était entourée d'une coque épaisse en pleine activité génétique. L'auteur considère comme centrosomes les corps qui apparaissent à l'intérieur des nucléoles. Dans un noyau pycnotique, un dessin montre un centrosome intra-nucléolaire. Dans un autre dessin, le centrosome a quitté le noyau et s'est placé à la base d'une longue fibre protoplasmique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière* et *Jean Chevrotier* (prés. par M. Roux). **Vaccination antityphoïdique par scarifications.**

L'administration du vaccin par scarification permet

de réaliser l'immunité contre les infections eberthiennes et paratyphiques. Les scarifications ne s'accompagnent d'aucun phénomène réactionnel particulier en dehors de celui qui résulte du traumatisme insignifiant causé par toute érosion de la peau.

La méthode des scarifications permet d'immuniser les sujets chez lesquels les lésions cardiaques, rénales ou autres, contre-indiquent l'emploi du procédé usuel et en attendant tout au moins que l'entérovaccination ait pu être réhabilitée.

— *Cohendy* et *E. Wollman* (prés. par M. Roux). **Quelques résultats acquis par la méthode des élevages aseptiques : I. Scorbut expérimental ; II. Infection cholérique du cobaye aseptique.**

Si la méthode des élevages aseptiques permet de préciser la notion de certaines avitaminoses en permettant d'exclure toute participation des microorganismes, elle profite à son tour des données récentes sur les vitamines. Les auteurs ont pu ainsi, tout récemment, obtenir pour la première fois une augmentation de poids de 80 pour 100 chez un cobaye aseptique (contaminé vers le 18e jour) en ajoutant du jus d'orange stérilisé et de l'autolysat de levure à l'alimentation employée jusqu'ici.

Chez les petits cobayes aseptiques (ou contaminés par un seul germe : staphylocoque, mesentericus), auxquels on fait ingérer, à l'âge de 10 à 15 jours, une ou deux cultures de vibrion cholérique, le sang, ainsi que le contenu du tube digestif donnent, à leur mort (6 à 9 jours après l'ingestion), une culture riche de vibrions. Il en est tout autrement des témoins non aseptiques nourris avec des aliments stérilisés. Ici, les vibrions ingérés disparaissent en 48 et même 24 heures. Même lorsque de tels témoins meurent de scorbut dans les quelques jours qui suivent l'infection, l'ensemencement du contenu intestinal et du sang reste négatif. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 24 avril 1922

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). **Sur les correspondances ponctuelles de deux surfaces et sur une classe de surfaces analogues aux surfaces isothermiques.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Vessiot.* **Sur les surfaces cerclées.**

— *E. Cartan* (prés. par M. Hadamard). **Sur les équations de structure des espaces généralisés et l'expression analytique du tenseur d'Einstein.**

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* **Sur la théorie des invariants intégraux.**

— *N-E Nörlund.* **Sur la formule d'interpolation de Newton.**

PHYSIQUE. — *Louis Lumière.* **Cheminement capillaire, diffusion et déplacement.**

L'eau d'une cuvette, dans laquelle plonge l'extrémité supérieure repliée d'un tissu préalablement mouillé, chemine entre les interstices capillaires, avec une vitesse d'écoulement qui dépend de la différence de niveau, de la finesse et du degré de serrage des fibres, de la viscosité et de la tension superficielle du liquide. M. Lumière, au moyen de dispositifs appropriés, utilise l'écoulement d'eau ainsi obtenu pour l'élimination par lavage des sels solubles retenus par la couche de gélatine des plaques photographiques, pour le lavage des précipités et pour l'obtention d'extraits. La méthode serait facilement applicable à des opérations industrielles.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* **Sur les cristaux liquides de phosphate de calcium.**

Les rhomboèdres de clivage des cristaux de calcite, chauffés au rouge, perdent leur acide carbonique. Attaqués par l'acide orthophosphorique, de densité 1,58, ils donnent des lames gélatineuses, biréfringentes, dont l'épaisseur augmente avec le temps, donnant au bout d'un quart d'heure des teintes de polarisation atteignant le bleu de premier ordre. Les faits observés avec les acides lévulique, oléique et autres acides gras sont analogues.

MAGNÉTISME. — *P.-L. Mercanton* (prés. par M. le Prince Roland Bonaparte). **Etat magnétique de basaltes.**

Les balsates d'âge tertiaire, recueillies à l'île Disco (Groenland occidental) présentent une inclinaison australe ; celles recueillies à l'île arctique Jan Mayen (d'époque moderne) présentent une inclinaison de même sens qu'actuellement. Ainsi, de l'époque tertiaire à l'époque moderne, l'inclinaison magnétique paraît avoir changé de sens dans les régions boréales. Il serait d'intérêt majeur d'examiner des laves recueillies dans l'hémisphère austral. R. DONGIER.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amé Pictet* et *J. H. Ross* (prés. par M. G. Lemoine). **Sur la polymérisation de la lévoglucosane.**

Poursuivant leurs travaux sur la polymérisation des hydrates de carbones $C^6H^{10}O^5$ en présence de la lévulosane, les auteurs montrent que, sous l'influence de la pression il y a formation de $(C^6H^{10}O^5)^2$, $(C^6H^{10}O^5)^4$, $(C^6H^{10}O^5)^6$, $(C^6H^{10}O^5)^8$ suivant qu'on opère à des pressions de 15 mm., de 1 atmosphère, de 4 atm. et de 13 atm. Aucun de ces composés n'est coloré par l'iode. La formation des dextrines a lieu suivant un mécanisme qui éclaire la formation de l'amidon dans les plantes. A. RIGAUT.

ENTOMOLOGIE. — *Paul Marchal.* **La métamorphose des femelles et l'hypermétamorphose des mâles chez les Coccides du groupe des Margarodes.**

Les Margarodes mâles et femelles passent identiquement par les trois formes adaptives suivantes : 1° larve primaire hexapode et migratrice destinée à gagner la plante nourricière ; 2° larve apode et kystoïdale consacrée à la croissance et secondairement adaptée à la vie fixée sur le végétal ; 3° forme hexapode, astome et fouisseuse d'aspect larvaire mélolonthoïde. Tandis que la femelle est néoténique et arrête son évolution à cette forme larvaire, le mâle continue à évoluer pour arriver après deux ou trois autres mues à la forme ailée, en réalisant un exemple remarquable d'hypermétamorphose.

PALÉONTOLOGIE. — *Sabba Stefanescu.* **Sur la phylogénie de l'*Elephas antiquus*.**

Alors que certians paléontologistes admettent que l'*Elephas antiquus* descend de l'*E. meridionalis*, d'autres, par des formes intermédiaires, le font descendre de l'*E. africanus*. D'après les recherches de l'auteur, les trois espèces précitées appartiennent à trois phylums différents d'éléphants ; elles ne sont pas liées par une filiation généalogique directe. Cette conclusion est basée sur un certain nombre de faits qui font l'objet de cette Note.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Alfred Carpentier* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur les Conifères et les Fougères du Wealdien de Féron-Glageon (Nord).**

La plante la plus fréquente à Féron et commune aux divers gisements étudiés est le *Sphenolepidium kurrianum* (Dunker) Sew.

Ce qui augmente l'intérêt de ce gisement au point de vue botanique, c'est la découverte de fleurs ou d'inflorescences mâles : strobiles allongés comme ceux du genre *Cedrus*, strobiles de forme très allongée à com-

parer à certains *Masculostrobus*, etc. Des bois silicifiés de Conifères ont été également trouvés dans les sables wealdiens de Féron-Glageon, ainsi que des empreintes de diverses Fougères.

BOTANIQUE. — *Jacques Maheu* (prés. par M. L. Guignard). **Sur une tardive régénération de Mousse.**

Il s'agit d'un cas de régénération, sous l'action de l'humidité, de *Barbula muralis* demeuré 14 ans à l'état de sécheresse absolue : production de nouvelles pousses feuillées par le développement de protonèmes primaires et secondaires, les premiers naissant sur des fragments de vieilles feuilles, par allongement de cellules hématogène donnant des propagules produisant par germination des protonèmes secondaires bulbigènes. Les bulbilles se transforment sur place en plantes feuillées.

Ce mode de développement semble avoir été réalisé par la mousse en vue de créer une méthode de multiplication intensive : extension et dissémination de la plante, celle-ci une fois étendue et fixée pouvant résister et attendre plus aisément les conditions favorables à la formation des sporogones devant assurer le maintien de l'espèce.

— *G. Nicolas* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Des synanthies, à propos du *Narcissus Tazetta* L.**

Ici, la hampe florale s'épanouit en une masse correspondant à la concrescence d'au moins cinq fleurs représentées seulement par leur périanthe ligulé, dont les ligules restent libres ou se soudent pour donner une couronne presque complète. L'origine ligulaire de la couronne des Narcisses est ainsi démontrée une fois de plus par la Tératologie.

Dans ce *Narcissus* synanthié, le moindre développement du tissu polissadique et de la chlorophylle, tant dans la hampe que dans les pédoncules floraux, est peut-être, d'après l'auteur, la conséquence d'une nutrition insuffisante. Il semble dès lors permis, dit-il, de considérer les synanthies, les syncarpies et même les fascies, non pas comme provoquées, ainsi qu'on l'a dit souvent, par un excès de nutrition, mais par un excès de nutrition déficiente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *G. Malfitano* et *M. Catoire* (prés. par M. Roux). **L'amylocellulose considérée comme composé d'acide silicique et d'amylose.**

A la suite de certaines expériences, les auteurs se montrent convaincus que la résistance remarquable de cette partie de l'amidon qu'on appelle *amylocellulose* doit être attribuée à la présence de silice. Il leur semble même intéressant de diriger l'attention sur le lien que, entre ces deux faits, il y a dans les celluloses en général, à savoir : la présence de silice et la très grande résistance de l'hydrolyse.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Vila* (prés par M. E. Roux) **Influence de la chaleur et de quelques dissolvants sur la viscosité du sérum de cheval.**

La chaleur apporte, comme on le sait, de profondes modifications aux colloïdes du sérum ; or, le contact des dissolvants neutres, tels que l'alcool ou l'acétone, leur fait subir des modifications comparables. Des essais mettent nettement en évidence l'action coagulente instantanée de l'acétone aux températures inférieures au point de coagulation massive. Cette action coagulente de l'acétone, analogue à un effet thermique, peut être atténuée et même évitée, en prenant certaines précautions : abaissement de la température du milieu, rapidité des manipulations en présence du dissolvant, élimination aussi complète que possible de l'acétone.

MICROBIOLOGIE. — *Y. Manouélian* (prés. par M. Roux). **Recherches histo-microbiologiques sur la paralysie générale. Existence du tréponème dans le cytoplasme des cellules nerveuses de l'écorce cérébrale.**

L'auteur conçoit, de la façon suivante, le processus de la paralysie générale.

Le tréponème gagne la pie-mère, et, après une période plus ou moins longue, il passe par les entonnoirs de cette membrane dans les gaines périvasculaires du cortex, il franchit l'espace lymphatique, atteint le tissu nerveux : c'est le début de la paralysie générale. Dans ce tissu, il se développe, crée un foyer et lèse les cellules nerveuses. Il y a successivement méningite, lymphangite, encéphalite syphilitiques.

Mais quelques tréponèmes sont entrés dans le cytoplasme des cellules nerveuses de l'écorce où ils sont sans doute à l'abri des substances médicamenteuses. Ainsi se rallumeraient à un moment donné, de nouveaux foyers.

Si les tréponèmes intra-cellulaires sont à l'abri des substances médicamenteuses, cela permet de comprendre aussi pourquoi le traitement antisyphilitique n'a pas de prise sur cette redoutable maladie.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'Évolution universelle, par Branislav Pétronievics, 1921. In-12 de VIII-212 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Pour préparer le troisième volume de ses *Principes de métaphysique*, l'auteur a eu à s'occuper du détail des sciences positives afin d'éviter les conflits entre les constructions métaphysiques et les faits positifs. La guerre l'ayant amené à Paris il a professé en Sorbonne un cours sur le sujet qui est le titre du livre issu en partie de ses leçons.

L'ouvrage offre au lecteur un exposé méthodique des faits principaux de l'évolution universelle. Le savant y trouve une argumentation bien conduite de la vérité de ces faits et le métaphysicien, la critique sévère de cette argumentation.

L'auteur expose ici, et c'est la première fois que l'on le fait, toutes les lois phénoménales de l'évolution organique. Il traitera par la suite de l'évolution intellectuelle et sociale et de la loi générale de l'évolution.

Louis Batcave.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (V^e^)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 10 — 60e ANNÉE — 27 MAI 1922

LES RAPPORTS DE L'HÉRÉDITÉ AVEC LA BIOCHIMIE ET LA CHIMIE PHYSIQUE[1]

I

Descartes, ce grand esprit philosophique éminemment français, a mieux compris que ses devanciers l'importance de la méthode dans la recherche de la vérité. Ses idées fondamentales peuvent se résumer dans la proposition suivante : la méthode crée les résultats. De nos jours l'ingénieur américain Taylor a transporté cette notion de méthode dans le domaine de l'organisation du travail, et les résultats obtenus jusqu'à présent démontrent avec la dernière évidence que le taylorisme est destiné à produire une véritable révolution dans tous les domaines du travail scientifique quel qu'il soit. On peut dire d'une façon générale que le progrès des sciences positives est conditionné par la découverte des méthodes qui sont de nature à ouvrir des voies nouvelles aux investigations. La biologie, à son tour, n'est sortie du chaos de la métaphysique et de la réthorique que le jour où les biologistes, en renonçant aux théories erronées du principe vital, se sont inspirés des méthodes et des recherches faites dans le domaine de la chimie et de la physique; ceci est très naturel car les phénomènes de la vie non seulement ont leur déterminisme expérimental, mais encore ils obéissent aux lois qui régissent les phénomènes physico-chimiques. Lorsque Lavoisier et Laplace mesurèrent la quantité de chaleur développée dans le corps d'un animal à sang chaud, ils constatèrent qu'elle est la même que celle produite par la combustion d'une bougie, à condition que la quantité de gaz carbonique formée soit égale dans les deux cas. Cette méthode féconde leur permit de réduire le phénomène vital de production de chaleur animale à des processus physico-chimiques. D'ailleurs, comme le dit très bien Lœb, le travail de Lavoisier et Laplace marque le début de la biologie scientifique et atteint jusqu'au cœur des problèmes de la vie, car il semble bien que les oxydations jouent un rôle dans tous les phénomènes vitaux chez les organismes plus élevés.

Claude Bernard a passé une partie de sa vie à démontrer que les phénomènes de la vie sont soumis au même déterminisme que les phénomènes de la chimie et de la physique et qu'ils sont régis par les mêmes lois. Ce n'est pas un de ses moindres mérites d'avoir proclamé une pareille vérité à une époque où la chimie biologique n'avait pas pris l'ampleur considérable d'aujourd'hui et alors que la chimie physique n'était pas encore née. Aujourd'hui on peut dire que tous les phénomènes de la vie ont leur déterminisme et que les lois qui les régissent sont celles de la chimie et de la physique. C'est ainsi par exemple que l'hérédité, la croissance et la dégénérescence sont réglées par une loi fondamentale de la chimie physique, la loi de l'action des masses, découverte par Berthelot et plus connue sous le nom de Guldberg et Wage. D'après cette loi, l'action chimique d'un corps est proportionnelle à sa concentration. En conséquence,

(1) Conférence faite à l'occasion de la visite des étudiants français à la Faculté de Médecine de Bucarest, le 22 septembre 1921.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

l'équilibre chimique subit des changements continuels, parce que la moindre modification des composants oriente la composition dans un sens ou dans un autre jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre soit atteint.

Les constituants essentiels ou primaires de la cellule, c'est-à-dire ceux que l'on rencontre dans toutes les cellules animales ou végétales, sont les suivants : protéides (glyco-protéides et nucléo-protéides), albumine, globuline, lipoïdes graisses, lipoïdes phosphorés (lécithines, etc.), lipoïdes non phosphorés (cholesthérine, etc.), eau et sels minéraux. Les lipoïdes se retrouvent dans toutes les cellules et en quantité sensiblement constante.

La quantité d'eau est plus grande dans les tissus des nouveaux-nés que dans ceux de l'homme adulte. Chaque tissu ou organe est caractérisé par une teneur constante en eau. L'eau est donc une constante cellulaire (A. Mayer et G. Schaeffer).

Si la structure chimique des éléments cellulaires est intéressante à connaître, la connaissance de l'état physique offre également un intérêt considérable. En effet l'étude des cellules est basée principalement sur l'étude des images obtenues à l'aide des agents fixateurs et de différents procédés de coloration qui altèrent la vraie structure de la cellule. Or le progrès réalisé pendant les derniers temps, dans le domaine des colloïdes, impose des réserves très sérieuses sur la préexistence de certaines structures que donnent les agents fixateurs qui sont tous coagulants et qui, par conséquent, altèrent la forme du complexus colloïdal représenté par la cellule. En effet, les albuminoïdes, les lipoïdes comme les hydrocarbonates, qui existent dans une cellule, se trouvent à l'état colloïdal, la cellule elle-même étant un complexus colloïdal dont la structure est en relation avec la structure de ces colloïdes.

C'est un savant anglais, Graham, qui, dans des expériences restées célèbres, a montré qu'en opposition avec des substances cristalloïdes qui diffusent facilement à travers les pores des membranes organiques, il y en a d'autres, les substances colloïdes, qui diffusent avec une extrême lenteur lorsqu'on verse avec précaution l'eau pure au-dessus d'une solution et qu'on détermine le temps que met une quantité de corps dissous à diffuser dans l'eau extérieure. C'est encore Graham qui a montré que les colloïdes ne traversent pas les membranes formées par d'autres colloïdes; membranes qui, cependant, ne s'opposent pas au passage des cristalloïdes. Les solutions colloïdales ne sont pas constituées, en général, par un mélange physique homogène, elles contiennent en suspension des particules dont l'ordre de grandeur, tout en étant de beaucoup inférieur à celui des particules existant véritablement en suspension, est supérieur à celui des molécules.

Jusqu'à ces dernières années, on n'avait aucun moyen de déceler dans les solutions colloïdales les particules dont on soupçonnait l'existence. C'est l'avènement de l'ultra-microscope qui a permis de se rendre compte, plus sûrement, de l'existence de particules en suspension dans les solutions. Grâce à l'admirable découverte de Siedentoff et Zsigmondy, on a pu constater la présence des granules dans les sols des métaux colloïdaux, des hydroxydes colloïdaux, de certaines couleurs, de colloïdes organiques. A l'aide de l'ultra-microscope, on parvient à éclairer latéralement l'objet qu'on peut apercevoir, au lieu de l'éclairer par derrière.

Il y a des colloïdes non résolubles, c'est-à-dire dans lesquels on ne peut pas distinguer des particules à l'ultra-microscope parce qu'elles sont trop petites. Dans ce cas, la quantité de lumière diffusée devient trop faible pour que les particules puissent être distinguées. La limite de grosseur en deçà de laquelle on ne voit pas des particules dépend d'ailleurs de leur nature. Plus les propriétés optiques (transparence, indice de réfraction) des particules sont voisines de celles du liquide, plus difficilement ces particules sont visibles. Par des dilutions successives on arrive à des solutions où les granules ne sont plus visibles, mais où les autres propriétés subsistent; les particules se rapprochent alors davantage encore des dimensions moléculaires. Comme l'ont montré Cotton et Mouton, les pseudo-solutions microscopiquement irrésolubles peuvent se transformer en colloïdes résolubles par l'augmentation du volume des granules.

Il ne faut pas perdre de vue que les granules colloïdaux, tout en ayant des dimensions petites, possèdent une surface relative énorme; et c'est grâce aux modifications de cette surface qu'il se produit différents changements dans l'état colloïdal.

On sait que les hydrates de carbone, les graisses et les proétines jouent un rôle important dans l'organisme animal parce que, par leur oxydation, ils sont capables de fournir de la chaleur et d'autres formes d'énergie. On connaît bien le rôle des sels dans l'organisme. Mais, depuis que Jacques Lœb a mis en évidence le

fait que les cellules de notre corps survivent le plus longtemps possible dans une solution contenant les trois sels : NaCl, KCl et $CaCl^2$, dans les mêmes proportions relatives que celles où ils existent dans notre sang et dans l'océan; depuis on a mieux compris leur rôle dans la conservation de la vie. D'autres faits encore nous montrent le rôle considérable joué par les sels dans les phénomènes de la vie

C'est ainsi que les colloïdes hydrophiles et notamment les protéiques prennent respectivement une charge électrique positive ou négative. Ces combinaisons de colloïdes avec des ions sont dues à des phénomènes d'absorption et ne présentent pas les caractères habituels des combinaisons chimiques.

En effet, la nature des ions précipitants est à peu près indifférente et seule leur valence importe. De plus, ces combinaisons ne sont pas toujours dans des proportions définies et pas toujours les mêmes. Ensuite ces ions résultent de la dissociation des molécules neutres, de sorte que, on l'admet généralement, 75 % des électrolytes se présentent sous forme de dissociation électrique. L'importance de certains ions en Biologie est considérable. C'est ainsi que l'ion fer et l'ion manganèse sont liés à des phénomènes d'oxydation dans lesquels les diastases oxydantes interviennent d'une façon solidaire avec ces ions et que l'ion Kalium joue un rôle essentiel dans la transmission du courant nerveux. Mais ce sont surtout les phénomènes catalytiques et diastasiques qui nous intéressent au plus haut degré, car ils interviennent sans cesse et leur action domine toutes les manifestations importantes de la vie.

Un trait caractéristique des phénomènes de la vie c'est qu'ils ont lieu tout près de l'état d'équilibre. En effet, la plupart des phénomènes chimiques qui se déroulent dans les organismes vivants s'effectuent à une température constante, tandis que les mêmes phénomènes dans nos laboratoires réclameraient des températures élevées. D'autre part les variations d'acidité et d'alcalinité sont très légères, il n'y a ni forte acidité ni forte alcalinité dans les humeurs de notre organisme. Les produits acides qui résultent du fonctionnement des organes sont faibles. Les phénomènes électriques offrent la même particularité. Malgré que toutes les manifestations de l'activité du système nerveux s'accompagnent de la production d'un courant nerveux, il n'y a pas, dans notre organisme, de haut voltage, comme dans les machines industrielles. Quelles sont donc ces forces mystérieuses qui ont le don de produire, à des températures relativement basses, et avec une grande vitesse, des phénomènes qui, en dehors de l'organisme, réclament des températures élevées, des variations accusées d'acidité et d'alcalinité et des grandes différences de potentiel électrique? Ce sont les catalyseurs, ce sont les ferments.

La catalyse, découverte par Berzelius, joue, à coup sûr, un rôle important dans les phénomènes dits vitaux. Dans beaucoup de cas, l'emploi d'un catalysateur permet de réaliser, à une basse température, une transformation qui exigerait, en son absence, un degré de chaleur plus élevé. Les catalysateurs tels que le fer, le manganèse, le zinc, sous forme de sels, se retrouvent dans la plupart des cellules de notre organisme. Par leurs propriétés fondamentales, d'agir à température relativement basse, d'être sensibles aux poisons et aux narcotiques; par ces propriétés-là, les catalyseurs se rapprochent des ferments ou des diastases. Pour Ostwald, un catalysateur est un corps qui modifie la vitesse de la réaction chimique sans apparaître lui-même dans les produits résultant de cette réaction. La notion de vitesse de réaction est d'une grande importance dans les études des phénomènes catalytiques, où elle est susceptible d'être mesurée d'une manière rigoureuse. A cette notion Solvay a opposé celle de la thermo-catalyse, dont l'effet est de rendre possible, à une température donnée, une réaction chimique qui ne pourrait, sans son secours, être obtenue qu'à une température beaucoup plus élevée.

Les ferments, comme les catalysateurs, agissent par leur présence, sans se détruire. En réalité, il y a une destruction, mais elle est lente et insignifiante, de sorte qu'on peut la négliger. Les diastases existent dans toutes les cellules vivantes — ce sont elles qui représentent les instruments des phénomènes de la vie, car elles président aux échanges nutritifs de la cellule. On avait pensé que la cellule est l'unité à laquelle la physiologie doit s'arrêter, mais, comme l'a remarqué, à juste raison, E. Duclaux, après avoir ramené la connaissance de l'être vivant à la connaissance de la cellule la science en arrive à chercher la connaissance de la cellule dans celle de ses unités actives. Cette cellule, que l'on a si longtemps douée d'unité, apparaît à son tour, comme une machine compliquée où interviennent des forces d'origines très diverses, dont les plus importantes semblent être les actions diastasiques.

Les réactions de précipitation et de solubilité des diastases ont montré qu'il ne s'agit pas là

de corps chimiques bien définis, mais que chacune d'elles peut accomplir une réaction spécifique, qui seule la définit. Un fait important, acquis à la chimie biologique, c'est que les actions diastasiques présentent des analogies frappantes avec les actions catalytiques. En outre, l'action diastasique ne dépend pas seulement de la diastase seule, mais apparaît comme la résultante de la collaboration de plusieurs agents, à savoir : la diastase et les substances adjuvantes dont l'influence présente toute une série de degrés. A ce point de vue, on peut admettre les co-ferments ou les co-diastases. D'après la théorie des co-ferments imaginée par G. Bertrand, les diastases doivent être considérées comme le résultat d'une combinaison chimique définie, quelquefois très simple, avec un substratum organique, généralement très complexe. C'est dans ce but que Bertrand a créé l'expression de complémentaire active ou co-diastase (manganèse, fer, etc.) et la complémentaire activante qui, servant de support à l'ion correspondant, renforce, en même temps, sa propriété oxydante et naturelle. Nous avons considéré en nos recherches : les oxydases vraies, parmi lesquelles on peut distinguer avec Battelli et Stern les polyphénol-oxydases et la tyrosinase, ensuite les peroxydes ou oxydases indirectes, qui ne provoquent pas l'oxydation directe de l'accepteur, par l'oxygène de l'air, mais par l'intermédiaire de l'eau oxygénée. Nos connaissances sur le rôle possible de ces oxydases dans l'organisme sont très restreintes.

Parmi le grand nombre de diastases, celles qui offrent un intérêt particulier, sont celles appelées diastases oxydantes. Il y a déjà longtemps que Loeb a démontré que l'œuf d'oursin fécondé ne peut se développer qu'en présence de l'oxygène libre. Si on supprime complètement l'oxygène, le développement s'arrête, mais il recommence aussitôt que cette substance lui est rendue. De cette constatation, ainsi que d'expériences analogues, Loeb a conclu que le spermatozoïde en agissant à la manière d'une diastase provoque le développement en accélérant les oxydations dans l'œuf. La vie commence dans l'œuf d'oursin, et on pourrait ajouter, dans tous les phénomènes, avec l'accélération de la vitesse des réactions.

A la suite de nombreuses recherches, que nous devons en première ligne à M. G. Bertrand, nous savons que les diastases oxydantes sont répandues non seulement chez les végétaux, mais également chez les animaux. La découverte des ferments oxydants est destinée à éclairer un problème de physiologie générale, à savoir le mécanisme intime des combustions intra-cellulaires. Nous devons ajouter que nous disposons, actuellement, d'une méthode histo-chimique capable de mettre en évidence les ferments oxydants dans toutes les cellules végétales et animales (1).

On emploie dans ce but un mélange constitué par des quantités égales de naphtol-α et de diméthyl-paraphenylène-diamine suivant la technique préconisée par Graefe et V. Gierke. Il faut toujours faire la réaction sur du matériel frais, étant donné que l'autolyse post-mortem s'oppose à la coloration des oxydases; aussi, pour l'étude de ces ferments, les organes de l'animal sacrifié à l'instant se prêtent beaucoup mieux. Néanmoins, la conservation des pièces humaines dans la glacière permet la coloration des oxydases, même au bout de quatre jours. On débitera les fragments de tissu nerveux en coupes de 15-20 μ à l'aide d'un microtome à congélation par l'acide carbonique. Les pièces seront plongées dans un mélange en parties égales de réactifs que l'on vient de préparer 24 heures auparavant. Au bout de 5-15 minutes la substance grise se colore en bleu-violet, son contour s'accuse de plus en plus et tranche sur le fond, resté incolore, de la substance blanche. Les pièces montées dans la glycérine, ou mieux dans la glycérine-gélatine, ou dans le sirop de sucre ne sont pas permanentes, elles se décolorent assez rapidement.

Ce qui frappe notre attention lorsqu'on examine une préparation fraîche, traitée par le mélange de naphtol- et diméthyl-paraphenylène-diamine, c'est la présence d'un semis de granulations bleues dans le cytoplasma de *toutes les* cellules nerveuses. La forme et le volume de ces granulations varient avec l'espèce cellulaire. Même dans les cellules des ganglions spinaux, il y a plusieurs sortes de granulations; les granulations font toujours défaut dans le noyau. Un fait digne de remarque c'est la présence des granulations teintées en bleu dans les dendrites, ce qui permet de suivre le trajet de ces

(1) G. Marinesco : Recherches anatomo-cliniques sur les nevromes d'amputation douloureux. *Philosophical Transaction*, Séries B, vol. CCIX, pp. 229-304, 17 novembre 1919.

G. Marinesco : Recherches histologiques sur les oxydases. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 8 février 1919; voir aussi séance du 22 mars 1919.

G. Marinesco : Le rôle des ferments pendant la croissance et la régénérescence des nerfs. *Revue générale des Sciences*, 15-30 septembre 1921.

prolongements et leurs ramifications; elles font défaut dans l'axone. La substance blanche du cerveau, du cervelet, de la moëlle et de tous les centres nerveux ne présente pas la réaction des oxydases. Les nerfs périphériques se comportent de la même manière, ils ne réagissent pas. Au niveau des synapses (Sherrington) comme au niveau des terminations sensitives, qui contiennent des oxydases, il y a également des phénomènes d'oxydation et dégagement d'énergie. Les recherches de Vernon ont montré que la quantité d'oxydase et le degré de fonctionnement ont une marche parallèle; à son tour Katsunuma a vu que l'utérus et le ganglion utérin pendant la *gravidité* contiennent beaucoup plus d'oxydases qu'à l'état normal.

Les échanges nutritifs de la cellule et sa forme se trouvent sous la dépendance de la pression osmotique et de la tension de surface. La pression osmotique est la force qui détermine les mouvements et les échanges entre les solutions en contact immédiat ou séparées par des membranes plus ou moins perméables. Les substances dissoutes se déplacent des régions les plus concentrées vers celles qui sont moins concentrées. L'eau se meut en sens inverse. La pression osmotique d'une solution est proportionnelle à la richesse de ses molécules dissoutes, autrement dit à la concentration moléculaire. On avait pensé que les cellules vivantes ressemblent, à tous les poins de vue, aux cellules artificielles de Traube, c'est-à-dire que leur membrane est semi-perméable, ce qui signifie qu'elle permet le passage de l'eau et non pas le passage des matières dissoutes. Mais des recherches successives sont venues démontrer que les cellules vivantes sont perméables pour une grande quantité de composés organiques et surtout pour les sels du plasma sanguin.

Parmi les substances que lui offre le milieu aqueux ambiant, la cellule admet les unes et repousse les autres, c'est-à-dire qu'elle paraît faire un choix. Mais ce choix est en relation avec les propriétés chimiques des constituants de la cellule.

La tension superficielle est à son tour un facteur du premier ordre qui entre dans les changements de forme de la cellule. Les mouvements amiboïdes, la croissance des prolongements et leur progression se trouvent en rapport avec cette propriété. D'autre part, des variations de la tension superficielle s'accompagnent toujours de changements électriques. La tension superficielle augmente proportionnellement à la tension électrique.

D'ailleurs la diminution de la tension superficielle et les différences de potentiel électrique jouent un rôle essentiel dans la dynamique de la division cellulaire.

II

Armés des connaissances précédentes de biochimie et de chimie physique nous serons en mesure d'aborder, d'une façon sommaire, le mécanisme de l'hérédité à l'état normal et pathologique.

Il n'entre pas dans notre intention d'exposer ici les théories qu'on a émises sur le mécanisme de l'hérédité. On en trouve l'étude complète dans les publications de Delage (1) et de Prenant (2) pour l'hérédité normale. On pourrait, avec ce dernier auteur, les réduire à trois groupes.

1° *Théorie de l'idioplasma et de plasma germinatif*, et comme exemple on peut citer la théorie de la molécule organique de Buffon, la théorie des gemmules de Darwin et celle des pangènes de de Vries, des micelles de Naegeli. D'après ces auteurs, qui sont des micro-méristes (Delage), la matière héréditaire est constituée par une foule de particules qui possèdent chacune une propriété héréditaire spéciale.

La célèbre théorie du plasma germinatif dérive de la théorie précédente, car le plasma germinatif est analogue, mais non identique, à l'idioplasma de Naegeli, avec la différence que l'idioplasma n'avait pas de localisation précise dans la cellule, tandis que le plasma germinatif est contenu dans le noyau, et particulièrement dans la chromatine.

2° *Théorie des substances organogènes du germe*. En effet, le problème cellulaire de l'hérédité a une face embryologique, car s'il existe une substance héréditaire distincte elle doit être continue à travers toutes les générations successives. La ressemblance héréditaire se résume dans la similitude des processus du développement; c'est-à-dire de croissance et de différenciation.

3° *Théorie chimique ou moléculaire*. D'après cette hypothèse on peut se représenter que les propriétés héréditaires sont la manifestation de différences d'ordre chimique qui séparent les

(1) Yves Delage et M. Goldsmith : Le mendélisme et le mécanisme cytologique de l'hérédité. *Revue Scientifique*, 15-22 février 1919.

(2) A Prenant : La substance héréditaire et la base cellulaire de l'hérédité. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques*, 1911, pp. 1 et suiv.

uns des autres les plasma des diverses espèces et même des divers individus. On peut imaginer pour chaque espèce ou individu une espèce de plasma germinatif particulier et chimiquement propre à cette espèce, à cet individu.

Dans cette conception chimique de la substance héréditaire, le plasma germinatif n'est pas décomposé en particules vivantes distinctes, il est compris, en général, comme un agrégat de molécules chimiques différentes et c'est à la différence de constitution chimique que sont rapportées les différences qui séparent les espèces et les individus.

Il nous sera impossible d'entrer ici dans l'étude des maladies héréditaires et familiales. Notre but est de décrire et d'analyser, à la lumière des ferments et de quelques données de la chimie physique, les lésions que nous venons de trouver dans un cas d'idiotie amaurotique, maladie familiale. Les maladies familiales du système nerveux découlent de l'hérédité et sont soumises aux mêmes lois. Elles tiennent le milieu entre les faits d'hérédité physiologique ou d'hérédité conservatrice et les faits d'hérédité morbide ou hérédité progressive. Ce sont des variétés anormales de développement et d'évolution du système nerveux.

Elles ne se reproduisent que de loin en loin dans la lignée, elles sont des maladies particulièrement fréquentes chez les enfants issus d'unions consanguines et sont des maladies à caractère récessif.

L'idiotie amaurotique, comme son nom l'indique, est caractérisée par des troubles de la vue. qui aboutissent à la cécité complète et par des troubles dans le développement des fonctions du cerveau, d'où il résulte l'idiotie.

La lésion essentielle de l'idiotie amaurotique du type Tay-Sachs consiste en une tuméfaction du corps cellulaire qui prend une forme convexe; une tuméfaction semblable s'observe également sur le trajet des dendrites, surtout dans celle de la base; elle se produit soit au niveau de leur émergence, soit sur un point quelconque de leur trajet. Le gonflement des cellules nerveuses est en rapport avec leur structure colloïdale et nous voyons que quelques types cellulaires, spécialement les cellules de Betz, les grosses pyramidales, les cellules radiculaires, celles des nerfs crâniens et des ganglions spinaux, les cellules du noyau dentelé sont beaucoup plus gonflées que les moyennes et petites pyramidales, que les cellules de Purkinje, que celles des olives, etc...

La méthode de Nissl ne montre plus, dans la région tuméfiée, les corpuscules de précipitation qui portent le nom de cet auteur, mais, d'une façon générale, ils persistent dans les cellules où la tuméfaction est moins avancée, de sorte que la région tuméfiée se différencie nettement par l'absence de corpuscules de précipitation, de la région périnucléaire. Du reste, l'ultra-microscope nous permet de reconnaître les deux régions grâce à l'intensité lumineuse de la région périnucléaire, tandis que la région périphérique, où les granulations sont dispersées, montre un aspect diaphane.

L'hématoxiline au fer (Heidenhain), comme la méthode de Ciaccio pour les lipoïdes, met en évidence, dans les cellules altérées, des corpuscules qui, assurément, ne sont pas identiques à ce qu'on appelle, à tort, lipochromes. C'est toujours la méthode de Ciaccio qui nous permet d'étudier la topographie et la forme des granulations lipoïdes dans les cellules malades. Il y a, dans l'idiotie amaurotique, une véritable surcharge de lipoïdes du corps cellulaire et de certaines régions des dendrites. Conduit par mes recherches sur les oxydases (1) j'ai appliqué le mélange dimétylène paraphénylène diamine et naphtol-α aux coupes par congélation et j'ai constaté que la plupart des cellules de l'écorce cérébrale ne contiennent que peu ou pas de granulations colorées en bleu, tandis que les dendrites en contiennent des quantités. En règle générale, là où il y a des lipoïdes, les oxydases manquent et cette constatation est vraie, non seulement pour le corps de la cellule, mais aussi pour les prolongements.

C'est ainsi que la périphérie des cellules des ganglions spinaux, la région sous-nucléaire des cellules de Purkinje sont à peu près dépourvues de granulations d'oxydases. Je note en passant que le corps thyroïde qui règle les oxydations de l'organisme contient beaucoup de granulations d'oxydases. Là où la réaction du fer est absente, il y a également absence d'oxydases. En outre, la méthode de Best pour le glycogène fait voir à l'intérieur des cellules névrogliques du type fibreux et parfois même du type amiboïde, dans la paroi des vaisseaux, un nombre parfois considérable de granulations de cette substance. La présence du glycogène dans le protoplasma névroglique et dans ses prolongements fait de la méthode de Best, dans le cas d'idiotie amaurotique, un moyen excellent pour la mise en évidence de cette espèce cellulaire et de ses prolon-

(1) G. MARINESCO : Recherchés histologiques sur les oxydases. *C. R. de la Soc. de biol.*, 8 février 1919. Voir aussi séance du 22 mars 1919.

gements, car on peut suivre quelquefois les fines ramifications des cellules névrogliques grâce à la présence des granulations de glycogène sur une longue partie de leur trajet. Comme j'avais supposé depuis longtemps que les mitochondries pourraient jouer un certain rôle dans les maladies héréditaires et familiales, j'ai poursuivi la recherche des éléments en utilisant les méthodes de Benda et de Regaud. Ce n'est pas sans une certaine surprise que j'ai constaté des modifications notables des mitochondries. Ces modifications sont d'ordre quantitatif (diminution et disparition de ces organites) et qualitatif : nous trouvons, en effet, la transformation des mitochondries en vésicules lipoïdes, dont le centre est pâle et la périphérie est colorée. Du reste, les altérations dont j'ai parlé vont au prorata des lésions des autres éléments constitutifs du neurone. C'est là où la méthode de Ciaccio nous montre des lipoïdes, que se trouvent en grande quantité des vésicules colorées par la méthode de Benda. La méthode de Regaud donne des images encore plus précises, car elle teint fortement les mitrochondries et les chondriocontes, tandis que les vésicules lipoïdes sont pâles, raison pour laquelle on peut distinguer les lipoïdes des mitochondries.

La description sommaire que nous venons de faire des lésions nous autorise à affirmer que, dans l'idiotie amaurotique, les changements histologiques sont l'expression d'un trouble de l'activité des ferments intracellulaires. En effet, le gonflement des cellules dépend de l'hydrolyse produite par l'activité normale d'une protéase. Les grosses molécules de protéines étant transformées en polypeptides qui ne sont pas, peut-être, le dernier terme de la scission, le nombre des molécules augmente progressivement dans les cellules et leurs prolongements, il y a donc apport plus grand d'eau dans le cytoplasma.

La membrane cellulaire se comporte comme une membrane semi-perméable.

Le complexus des lipo-protéides qui constitue les mitochondries subit le même sort, et les mitochondries, en conséquence, offrent une transformation faisant qu'à la place des granulations ou des bâtonnets il apparaît des vésicules de lipoïdes. Il est important de révéler la diminution, voire mème la disparition, des oxydases et de la réaction du fer dans les régions atteintes de protéolyse. Le fer comme catalysateur joue un rôle important dans la respiration de la cellule. Donc, les troubles qui traduisent l'idiotie amaurotique sont en rapport immédiat avec les troubles de l'activité diastasique du cytoplasma; même l'accumulation de glycogène dans les cellules névrogliques, relève également d'une altération dans l'activité des enzymes. D'autre part les recherches de Meves ayant montré le rôle des mitochondries dans l'hérédité, et le fait que le noyau est intact, ou qu'il ne présente de lésions que dans un état avancé, nous suggère l'idée que le caractère familial de l'hérédité, dans l'idiotie amaurotique, est sous la dépendance de l'activité diastasique des mitochondries qui est troublée.

Ces altérations des mitochondries, l'apparition des lipoïdes spéciaux en relation étroite avec les lésions des mitochondries, la disparition progressive des ferments oxydants et du fer, la rupture d'équilibre entre l'endosmose et l'exosmose, de même que la progression continuelle des processus d'hydrolyse et de l'activité des reductases, sont des phénomènes qui intéressent toutes les cellules nerveuses quel que soit leur siège et leur forme. Il est vrai que les lésions sont plus accusées dans les centres nerveux tels que l'écorce cérébrale à développement plus tardif. La disparition progressive des ferments oxydants nous explique les troubles dans les processus de synthèse chimique et de croissance des fibres des centres nerveux qui se développent tardivement. C'est ainsi que les fibres nerveuses du faisceau pyramidal n'arrivent jamais à leur dernier terme, c'est-à-dire les cellules radiculaires de la moëlle, et surtout de la moëlle lombo-sacrée.

Les altérations des centres nerveux que nous avons décrites paraissent être primitives, c'est-à-dire que, à la suite d'un trouble produit dans le fonctionnement des ferments et des catalyseurs de la cellule dû à la décomposition des lysoprotéides et d'autres substances, il y a un apport considérable d'eau qui gonfle la cellule, sans qu'il intervienne une altération des glandes endocrines et notamment de la thyroïde, dont les ferments oxydants étaient normaux. Bien entendu, j'émets cette opinion avec une certaine réserve.

L'étude de l'héridité est entrée, en une dizaine d'années, dans une nouvelle phase, depuis que l'on a ressuscité les expériences de l'abbé Mendel.

On peut résumer de la façon suivante l'expérience initiale de Mendel : En croisant la variété de pois (pisum sativum) à grains jaunes avec la variété à graines vertes, il a constaté qu'à la première génération toutes les graines sont de couleur jaune, couleur qui paraît l'emporter sur la verte ; c'est pour cela que Mendel

a dit que le jaune est dominant et le vert récessif. Les pois verts ainsi produits ne donnent plus jamais que des pois verts, ils se comportent donc comme la race verte pure d'où nous étions partis. On les appelle verts purs. Parmi les pois jaunes, certains ne donnent que des graines jaunes (jaune pur), tandis que d'autres (jaune hybride ou mixte) donnent à la génération suivante des jaunes et des vertes et ainsi de suite.

A la premsière génération, les pois ont donc tous une couleur semblable à celle de l'un des parents ; à la deuxième génération et aux générations suivantes, les pois sont *dissemblables*, les uns étant jaunes, les autres verts. Si l'on opère sur de très grands nombres, on constate qu'il existe, à la deuxième génération et aux suivantes, un rapport à peu près constant entre les diverses sortes de grains. On trouve 1/4 de jaunes, 1/4 de verts purs et 1/2 de jaunes mixtes.

Tout se passe, d'après Mendel, comme s'il n'y avait dans l'hybride que simple juxtaposition de caractères paternel et maternel et comme si à la II[e] génération, il y aurait disjonction entre les deux catégories de particularité. Pour Mendel, l'hybride de 1[re] génération renferme simultanément les 2 caractères : couleur jaune et couleur verte, caractères indépendants, ne contractant aucun rapport l'un avec l'autre. A la II[e] génération, ces caractères sont séparés et se retrouvent ainsi isolés dans une partie des individus.

Notions de caractères indépendants, dominance d'un caractère par rapport à l'autre, proportion numérique entre les diverses sortes d'hybrides par suite du croisement effectué au hasard des différents gamètes : tels sont les points cardinaux de l'explication proposée par Mendel lui-même.

La notion du caractère indépendant a reçu une représentation concrète le jour où, sous l'influence de Weissmann, certains biologistes ont identifié les caractères héréditaires de Mendel avec les particules chromatiques du noyau de la cellule. Autant de caractères indépendants, autant dans les gamètes de particules nucléaires représentatives constituant « les déterminants » de ces caractères.

Le mendélisme a été appliqué à l'hérédité physiologique et pathologique chez l'homme. C'est ainsi qu'on a expliqué la couleur et la forme des cheveux , la couleur des yeux, l'albinisme et la couleur de la peau.

Mais le problème devient de plus en plus compliqué et on a constaté de nombreuses exceptions à la conception mendélienne. Les partisans de Mendel ont été obligés d'apporter des modifications à sa conception première. Certains néo-mendéliens ont été même obligés d'abandonner la notion de caractère; pour les caractères morbides, M. Rabaud a montré qu'on ne peut pas toujours rapporter les faits aux règles mendéliennes et M. Guyénot (1) a indiqué les nombreuses exceptions que comporte la théorie de Mendel appliquée à l'hérédité pathologique. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il existe des cas où à la première génération les individus ressemblent tous, au point de vue considéré, à l'un des parents, tandis qu'à la génération suivante, on voit apparaître des individus dont les uns ressemblent au grand-père et les autres à la grand'-mère. Ces faits fondamentaux se retrouvent, sans doute, en pathologie humaine, comme de nombreux auteurs (Raymond, (2) Apert, (3) etc.) l'ont montré.

Mais les recherches des dernières années, et surtout celles de Mèves, sur les animaux, et celles de Guillermond sur les végétaux, démontrent avec la dernière évidence que les phénomènes chromosomiens, et même nucléaires, ne suffisent pas pour expliquer la transmission des qualités héréditaires et que le *cytoplasma* et spécialement les *mitochondries* jouent un rôle considérable dans la transmission héréditaire. Les lésions histologiques et les altérations des ferments du cytoplasma que nous venons de décrire, dans l'idiotie amaurotique, apportent une preuve éclatante à cette manière de voir. Les études poursuivies parallèlement par les botanistes et les zoologistes ont montré le rôle essentiel des mitochondries dans la formation du pigment qui est la base chimique d'un caractère mendelien soit chez les plantes, soit chez l'homme. En effet, la couleur des yeux, de la peau et des cheveux est due à la présence d'un pigment, la mélanine et sa production à l'intervention d'un ferment spécial.

On avait admis jusqu'à présent que le pigment rose, rouge-brun, et finalement noir qui existe en nature, dans les règnes animal et végétal, dans les tumeurs mélaniques, résulterait de l'action d'un ferment, la tyrosinase ou tyrosinoxydase, sur la tyrosine. La tyrosine, d'après la grande majorité des auteurs, serait le chromogène, dont l'oxydation par la tyrosinase déterminerait la formation du pigment noir comme cela se passe pour divers produits patholo-

(1) Docteur Emile Guyénot : Le mendélisme et l'hérédité chez l'homme. *Biologica*, n° 37, 1914.
(2) Raymond : *Études de pathologie nerveuse*, 1910.
(3) Dr Apert : La génétique. Lois de Mendel et descendances morbides. *Paris médical*, n° 4, 1911-1912.

giques ou physiologiques de l'économie animale; et on peut dire que la couleur des nègres est due à la même réaction qui produit l'encre de la seiche et le noir de certains champignons.

En ce qui concerne la présence d'une tyrosinase dans la peau des mammifères et son rôle dans la production du pigment il y a néanmoins peu de données et, à ce point de vue, il faut considérer surtout les expériences de Florence Durham.

On a prétendu qu'une autre substance aromatique, à savoir l'adrénaline, pourrait se transformer en mélanine grâce à un ferment oxydant.

La question de la genèse de la mélanine en était là lorsque Bloch (1) et ses élèves, à la suite dé nombreuses recherches histologiques, anatomo-pathologiques et expérimentales arrivèrent à des conclusions différentes de celles régnant alors dans la science. Ces auteurs, en faisant usage d'un réactif spécial le dioxyphénilalanine, ont constaté dans la couche de Malpighi, dans le follicule des poils, la présence d'une diastase que Bloch a désignée sous le nom de *dospa oxydasé*. Ce nouveau ferment, qui a de commun avec la polyphénolase sa coexistence dans les mêmes cellules et sa fonction oxydante, en diffère par la nature de sa distribution et par sa signification. Il constitue un ferment oxydant spécial la dopa oxydase, très sensible à l'action de tous les poisons, qui a pour fonction spéciale la formation du pigment de la peau, la mélanine. Pas de mélanine sans présence de dopa oxydase. Il s'établit naturellement une relation étroite de topographie entre la quantité de mélanine et l'activité du ferment dopa oxydase.

Les recherches de Bloch tendent à démontrer que ni la tyrosine ni l'adrénaline n'entrent en jeu dans la formation de la mélanine qui a lieu, grâce à la dopa oxydase. Les résultats que j'ai obtenus en faisant usage d'un échantillon du réactif (qu'il a eu l'obligeance de m'envoyer) me permettent de confirmer en grande partie les données fournies par M. Bloch. Sur un point seulement je ferai une réserve, à savoir qu'on ne peut pas exclure toute relation d'activité entre la phénolase et la dopa oxydase, étant donné, en effet, que la dopa oxydase et la polyphénolase se trouvent dans un rapport inverse dans les cellules. Là où les dernières font leur apparition, la première disparaît.

En matière de conclusion nous dirons que la transmission héréditaire de certains caractères fondamentaux de l'être vivant est en rapport immédiat avec le fonctionnement des ferments, parmi lesquels les ferments oxydants et les mitochondries jouent un rôle essentiel.

Toutes les fois qu'il y aura une perturbation dans le fonctionnement des ferments pendant la vie embryonnaire il en résultera une altération de certains caractères de l'individu normal et, en conséquence, la production des états pathologiques du type des maladies héréditaires et familiales ; parmi ces dernières, l'idiotie amaurotique constitue l'exemple démonstratif de l'altération de l'activité des ferments.

G. MARINESCO,
Membre de l'Académie roumaine,
Membre correspondant
de l'Académie de Médecine de Paris.
Professeur à la Faculté de Médecine
de Bucarest.

(1) BLOCH BR. : Das Problem der Pigment bildung in der Haut. *Archiv. f. Dermatologie und Syphilis*, vol. CXXIV, 1917.

BLOCH et RYRINER : Histochemische Untersuchungen. *Zeitschr. f. d. ges. exper. Médiz.*, 1917.

BLOCH et LOEFFLER : Untersuchungen über Morbus Adissonii. *Deutsche Archiv. f. Klinische Medizin.*, 1917.

BLOCH : Chemische Untersuchungen, etc. *Ztschr. f. ph. Ch.*, 1917.

LES MÉTHODES MODERNES DE L'EXPERTISE EN ÉCRITURES

L'expertise en écritures est une chose dont on parle beaucoup, mais dont on parle surtout à tort et à travers, sans savoir exactement ni ce qu'elle est, ni ce qu'elle recouvre. Elle a accompli dans ces dernières années des progrès qui sont indéniables, mais qui, malheureusement, sont ignorés de la plupart de ceux mêmes qui la pratiquent. Je vais dans cet article essayer d'esquisser un aperçu des méthodes actuelles. Il sera nécessairement très sommaire. Les notions que je me propose de résumer en quelques pages font l'objet de cours qui s'étendent sur deux années scolaires (1).

(1) Il s'agit des cours de la Société technique des Experts en écritures.

La Société Technique des Experts en écritures a été fondée en 1914, à la veille de la guerre. Elle n'a pu commencer à fonctionner normalement qu'après l'Armistice. Elle est née de cette idée que la faiblesse des expertises en écritures tient surtout à l'incompétence de la plupart des praticiens actuels.

Elle est placée sous les auspices d'un Comité de Patronage exclusivement composé de membres de l'Insti-

Effectuer une expertise en écritures, c'est chercher à déterminer les auteurs des documents *par des considérations d'ordre graphique*.

Cette définition toute simple présentée, je dirai que son domaine comporte, — en laissant de côté les questions un peu accidentelles, — trois types fondamentaux de problèmes :

a) Une pièce (*ou* une inscription figurant sur une pièce)constitue-t-elle un faux ?

b) Un faux étant reconnu comme tel, quel en est l'auteur ?

c) Quel est l'auteur d'une pièce anonyme (lettre, carte-postale, note manuscrite, écrit fragmentaire) ?

De ces trois types de problèmes, le premier est en principe le plus simple, et le second, au contraire, le plus compliqué.

Bien qu'on raisonne un peu différemment pour les résoudre, je commencerai par présenter des méthodes d'ensemble. Je reviendrai ensuite sur la classification. Pour plus de clarté, je diviserai le fond de mon exposé en deux parties.

PREMIÈRE PARTIE

Les Procédés d'examen

Il y a trois procédés d'examen qui sont primordiaux :

1°) L'analyse des caractéristiques d'ordre général ;

2°) La recherche du « coup de plume signalétique» ;

3°) L'étude des idiotismes.

1°. — LES CARACTÉRISTIQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

L'écriture normale de tout individu suffisamment entraîné à manier la plume possède à une époque donnée de son existence un certain nombre de caractéristiques qui répondent à des phénomènes inconscients et qui sont en même temps d'ordre général, c'est-à-dire qui sont indépendantes de l'alphabet qu'il emploie, qui sont susceptibles au moins de trouver une expression semblable à travers des alphabets très variés. L'ensemble de ces caractéristiques donne au tracé individuel une physionomie propre dont il est difficile de se départir. Le premier devoir de l'expert est d'analyser ces caractéristiques et d'en dresser le tableau, pour les pièces de comparaison comme pour les pièces soumises à l'expertise. Il doit avant tout baser son jugement sur leur rapprochement.

Voici deux exemples de descriptions d'écritures reposant sur les caractéristiques d'ordre général, qui permettront de se rendre compte du principe de la méthode.

PREMIER EXEMPLE

Ecriture large, s'étalant sur le papier, ayant toutefois des majuscules proportionnellement moins amples que les minuscules et présentant, d'autre part, des ovales de dimensions très variables.

Tracé ferme, sans pleins ni déliés, mais offrant à la vue par endroits des épaississements lourds en forme de fuseaux.

Les ovales qui pourraient être ouverts dans le haut sont très fermés et souvent même bouclés.

Les traits de liaison sont minces, rigides et coupent parfois la lettre suivante au lieu d'opérer une jonction avec elle. Les extrémités des lettres finales des mots sont tantôt en fils minces et rigides et en même temps ascendants à l'instar des traits de liaison, tantôt en pointes plus ou moins épaisses, tantôt enfin en traits lourds brusquement arrêtés.

---

tut, de Magistrats et de Professeurs des Etablissements d'Enseignement Supérieur, qui comprend notamment: M. le Président de la République, M. le Recteur et MM. les Doyens de l'Université de Paris.

La Société a organisé un enseignement, institué des examens et établi un contact entre ses membres et les Tribunaux.

L'enseignement comporte des cours fondamentaux sur les méthodes de l'expertise en écritures et sur la graphistique, des cours complémentaires et des travaux pratiques. Les cours fondamentaux et les travaux pratiques sont confiés à MM. Solange Pellat, Président de la Société, Crépieux-Jamin, Vice-Président de la Société, et Pierre Humbert, Secrétaire-Général de la Société. Les cours complémentaires sont professés par M. le Docteur Gommès (Déformations pathologiques du graphisme), M. le Docteur Rogues de Fursac (Ecrits et dessins des aliénés), M. Depoin, Président de l'Institut Sténographique (Documents sténographiés et dactylographiés), M Bayle, Chef du Service de l'Identité Judiciaire (Les Encres), M. Brille, Ingénieur, ancien Directeur de Papeterie (Les Papiers).

Les examens ont un caractère *essentiellement* pratique. Les candidats sont interrogés sur les matières enseignées et notamment sur les particularités de l'expertise testamentaire, mais ils ont avant tout à satisfaire aux cinq épreuves suivantes : 1° *Reconnaître les auteurs de documents émanant de personnes ayant déguisé leur graphisme habituel;* — 2° *Reconnaître les auteurs de documents en écriture de la main gauche, à l'aide de pièces de comparaison en écriture de la main droite;* — 3° *Reconnaître, à l'aide de pièces de comparaison en écriture cursive, les auteurs de documents tracés à la plume en lettres imitant les caractères d'imprimerie;* — 4° *Déterminer, dans des séries de signatures, celles qui sont sincères et celles qui sont fausses ;* — 5° *Réunir dans une collection d'autographes d'origines diverses les autographes d'un même scripteur s'étant servi tantôt de l'alphabet latin et tantôt de l'un ou l'autre des alphabets germanique, grec ou slave.*

Les Jurys d'examen comprennent au moins deux Magistrats et deux Professeurs de la Société. La première Session d'examen a eu lieu en juillet 1920. Les Magistrats qui ont bien voulu en faire partie sont : M. Le Poittevin, Vice-Président de Chambre à la Cour d'Appel de Paris, Directeur du Journal des Parquets, et M. Just, Conseiller à la Cour d'Appel de Paris.

Une partie des traits qui devraient être horizontaux sont légèrement montants. Quelques-uns d'entre eux se transforment en légères concavités tournées vers le bas.

Il existe une tendance à accentuer les courbes dont la concavité est normalement tournée vers le bas.

Les différentes parties d'une même lettre ne présentent pas entre elles des proportions harmonieuses. Les ovales sont sans grâce.

Les majuscules sont couvertes de boucles et de traits rentrants inutiles. Quelques minuscules sont terminées par la marque d'un coup de plume un peu brutal, lancé vers le bas d'une façon impulsive.

Les signes d'accentuation sont posés parfois en arrière de l'axe de la lettre. Ils se trouvent à des hauteurs très variables. Ils affectent souvent des formes prétentieuses.

DEUXIÈME EXEMPLE

Ecriture sobre dans ses formes, nette, précise, ayant une certaine élégance naturelle, aux lettres un peu tassées les unes contre les autres à l'intérieur des mots, mais aux mots suffisamment espacés entre eux. Possède des majuscules de hauteurs variables, mais toujours resserrées sur elles-mêmes et liées aux lettres suivantes.

Tracé ferme, ayant beaucoup d'assurance, quoique dénué de lourdeur. Marque légèrement le jeu des pleins et des déliés.

A des traits de liaison souples. Présente, aux extrémités des lettres finales des mots, des prolongements légers, peu développés, de formes variables, fréquemment terminés par un crochet, au milieu desquels se voient quelques concavités tournées vers le haut.

Multiplie les concavités tournées vers le haut.

Est très incliné sur la droite. Présente des courbes transformées en lignes brisées par des mouvements nerveux.

Possède un curieux mélange de mots dont les lettres vont en augmentant de hauteur de gauche à droite et de mots dont les lettres vont inversement en diminuant de hauteur de gauche à droite.

Les signes de ponctuation sont bien en place et se trouvent très près du mot qu'ils suivent, presque contre lui. Bien que les apostrophes soient hautes, les points sur les « i » ou les « j » et les accents, dont pas un ne manque, sont posés très bas.

Quand on effectue des rapprochements entre les caractéristiques d'ordre général des pièces de comparaison et des pièces soumises à l'expertise, on doit tenir compte des variations qui peuvent être dues soit à un état psycho-physiologique différent, soit à des circonstances accidentelles, soit enfin à un effort volontaire. Mais il y a là des changements qui ne se font point au hasard et les observations auxquelles ils prêtent sont aujourd'hui assez connues pour faire l'objet de notions d'enseignement.

Ce sont surtout les savants travaux de M: Crépieux-Jamin qui ont permis d'approfondir et de coordonner sciemment les caractéristiques d'ordre général.

On se sert parfois pour les analyser de ce que l'on appelle *le tableau graphométrique*, qui est d'un usage assez commode. C'est un tableau qui possède sept colonnes et à l'aide duquel on envisage successivement chaque écriture sous sept aspects différents. Dans chaque colonne on choisit, entre dix modalités, celle ou celles qui caractérisent le mieux l'écriture examinée et on les note avec les nuances qu'elles peuvent présenter et les signes qui s'y rattachent.

L'emploi du tableau graphométrique permet de donner un signalement abrégé d'une écriture en indiquant simplement un nombre de sept chiffres.

2°. — LE COUP DE PLUME SIGNALÉTIQUE

Le procédé d'examen dit « du *coup de plume signalétique* » consiste à relever dans les pièces à expertiser certains éléments graphiques un peu complexes, d'une contexture tout-à-fait spéciale et provenant visiblement d'un coup de plume spontané, — et à voir si ces éléments se retrouvent dans les pièces de comparaison, et *avec une similitude telle jusque dans les moindres détails* que l'on ne puisse guère douter qu'ils soient de part et d'autre l'œuvre d'une même personne.

Les éléments graphiques considérés sont tantôt un petit mot, tantôt un groupe de lettres, quelquefois même une lettre, ou une lettre reliée à quelque signe d'accentuation ou de ponctuation.

Cette méthode, remarquons-le bien, est totalement différente dans son principe de celle que l'on appelle « la méthode calligraphique » parce qu'elle a été inventée par les calligraphes et qui consiste à parcourir tout l'alphabet et à comparer successivement les *a* avec les *a*, les *b* avec les *b*, les *c* avec les *c*, en mettant en regard des « à peu près ». Si en l'appliquant on en arrive parfois à comparer deux lettres une à une, ce n'est qu'en aboutissant à une limite et à l'occasion *d'une similitude complète*.

3°. — LES IDIOTISMES

Pour trouver les marques d'un coup de plume signalétique, on part des pièces soumises à l'expertise ; pour rechercher les idiotismes, on part des pièces de comparaison.

Les idiotismes, ce sont les originalités ayant un caractère personnel. Des idiotismes, il peut y en avoir de toutes sortes. Citons-en quelques types : les lettres ayant des formes inusitées, les lettres archaïques ou appartenant à un alphabet étranger, les lettres fusionnées ou reliées à un accent, les lettres finales présentant des déformations déterminées, les signes d'accentuation ou de ponctuation de formes particulières, le retournement ou le remplacement par d'autres des

signes d'accentuation ou de ponctuation, la multiplication ou l'usage spécial des tirets et des soulignements, etc...

Ici, ce ne sont plus en principe, comme précédemment, les détails d'exécution que l'on considère : ce sont les originalités en elles-mêmes.

L'étude des idiotismes est presque sans intérêt quand il s'agit de savoir si une pièce est ou non un faux : un contrefacteur en effet remarque et imite avant tout les idiotismes. Elle joue, par contre, un grand rôle dans la recherche des auteurs des faux et des lettres anonymes, car un idiotisme est souvent d'un emploi inconscient et peut en conséquence contribuer à faire reconnaître un individu.

DEUXIÈME PARTIE

Les Problèmes

a) *Des faux.*

Il y a deux genres de faux : ceux qui sont effectués au moyen d'une altération d'ordre mécanique ou chimique (surcharges, grattages, lavages, clichages) et ceux qui consistent en une imitation d'écriture faite au crayon ou à la plume.

Les premiers, qu'un œil d'expert entrevoit presque toujours, sont généralement mis en évidence par l'emploi de certains instruments d'optique ou par des opérations photographiques.

Le rapprochement des caractéristiques d'ordre général et la recherche des marques du coup de plume signalétique, qui joue ici un rôle tout spécial, suffisent souvent à éclairer l'expert sur la sincérité ou la fausseté d'un document pouvant être le produit d'une imitation d'écriture. Mais ce n'est pourtant pas tout. Ecrivains sincères et faussaires sont inconsciemment l'objet de tendances spontanées qui s'exercent à leur insu : il existe des effets qui sont naturels, il en est qui ne le sont pas. Les méthodes indiquées se complètent en conséquence dans cette matière *par l'analyse des signes intrinsèques de sincérité et de fausseté des documents*. Il y a là tout un ensemble de notions précises. Elles rencontrent notamment leur application dans l'expertise des testaments. Beaucoup de ceux qui se trouvent contestés sont de fait l'œuvre d'infirmes ou de malades mal posés pour écrire et rassemblant avec peine quelques forces pour rédiger. L'écriture de semblables documents ressemble en général fort peu à celle que l'on connaît du défunt : les caractéristiques d'ordre général y sont difficiles à observer, les marques du coup de plume signalétique ne s'y présentent guère. Mais ces testaments ont entre eux comme un air de famille. Ils portent la trace des efforts des déprimés ; ils ont des signes qui répondent à leur sensibilité spéciale, ils en ont d'autres qui sont le reflet de leur état pathologique. On juge de leur sincérité en s'appuyant surtout sur les modalités particulières que présentent les écrits faits en semblables circonstances et provenant de ces circonstances mêmes.

b) *Des auteurs des faux.*

Il est presque toujours possible de déterminer si une pièce est ou non un faux. Il est, par contre, généralement très difficile d'affirmer à la suite d'une analyse graphique que telle ou telle personne est l'auteur d'un faux.

La question ne peut naturellement se poser que pour les faux qui ne consistent pas en une simple altération matérielle. Ceux-là se différencient au point de vue technique des lettres anonymes en ce qu'ils comportent, en principe au moins, une imitation de l'écriture d'une autre personne. Par la force des choses on déforme beaucoup plus son tracé naturel en peinant à copier trait pour trait un modèle qu'en travaillant seulement à se donner un masque. Ce n'est qu'en recherchant patiemment la personnalité du scripteur à travers les faiblesses de l'imitation que l'expert peut parvenir ici à un résultat.

c) *Des auteurs des pièces anonymes.*

En appliquant les procédés d'examen qui ont été indiqués, on arrive dans biens des cas soit à reconnaître avec certitude les auteurs des pièces soumises à l'expertise, soit à affirmer qu'ils ne se trouvent point parmi les individus soupçonnés, ceux dont on a en mains des pièces de comparaison.

Ici toutefois une précaution s'impose. Contrairement à ce que l'on est porté instinctivement à faire, on ne doit pas commencer par examiner les ressemblances. Il faut, au contraire, étudier d'abord les différences et voir si elles peuvent s'expliquer dans l'hypothèse de l'attribution à telle ou telle personne. On va ainsi plus vite et surtout on se prémunit beaucoup mieux contre les erreurs possibles. Tel individu a une écriture qui ressemble par certains côtés à celle des pièces anonymes, mais pourtant il n'est pas possible de les lui attribuer : il est trop ou trop peu cultivé, il n'a pas assez d'aisance ou de fermeté dans la manière d'écrire, il n'aurait pas pu contenir sa main pendant plusieurs pages au point d'éviter toute trace d'une série de signes qui lui sont coutumiers, etc... Tel autre a une écriture qui se différencie beaucoup de celle des pièces anonymes, mais pourtant la prudence commande de ne pas l'éliminer à priori : il n'y a au-

cune antinomie entre sa façon de faire et celle de la personne qui les a écrites.

En matière d'expertise de lettres anonymes, beaucoup d'erreurs auraient certainement été évitées si l'on avait toujours pris pour principe de commencer par les différences.

***

Les méthodes et leur emploi exposés, il reste à parler d'une question qui les domine. On ne peut se les assimiler et en apprendre le maniement qu'à condition de posséder complètement les lois de l'écriture. Autrement on agit en aveugle, on prend une chose pour une autre, on ne distingue pas le permanent du passager et on synthétise à tort et à travers. Si l'étude des caractéristiques d'ordre général constitue une méthode de recherche supérieure, c'est en réalité parce qu'elle s'adapte naturellement aux lois de l'écriture et qu'elle permet d'en suivre toutes les expressions jusque dans les détails.

Les lois de l'écriture ont à leur base cinq principes fondamentaux, que je vais rappeler :

1°. — Les mécanismes cérébraux engendrant les gestes scripteurs sont en corrélation avec l'état organique du cerveau et varient comme les modalités de cet état ; le tracé scriptural se trouve ainsi en correspondance, d'une part, avec les variétés de constitution et, de l'autre, avec les modifications momentanées du cerveau, et par conséquent avec les phénomènes psychiques auxquels répondent les unes et les autres.

2°. — Les lois exprimant une relation entre un phénomène psycho-physiologique et un phénomène graphique sont indépendantes des alphabets employés.

3°. — Le geste graphique est sous l'influence immédiate du cerveau ; sa forme n'est pas modifiée par l'organe scripteur si celui-ci fonctionne normalement et se trouve suffisamment adapté à sa fonction.

(*Un individu devenu manchot des deux bras qui se met à écrire avec le pied arrive à avoir une écriture possédant les mêmes caractéristiques d'ordre général que celles qu'il avait en écrivant avec la main.*)

4°. — On ne peut modifier volontairement son écriture naturelle qu'en introduisant dans son tracé la marque même de l'effort que l'on fait pour obtenir un changement.

5°. — Des phénomènes graphiques sensiblement assimilables pour les observateurs peuvent avoir pour origine des causes différentes.

(*On ne doit pas conclure à priori de l'existence d'une loi graphique à la vérité de sa réciproque.*)

Les lois exprimant une relation entre un phénomène psycho-physiologique et un phénomène graphique, qui constituent les diverses faces du premier principe, sont extrêmement nombreuses. Mes lecteurs pourront trouver quelques détails à leur sujet dans des articles parus autrefois dans *la Revue Scientifique* (1) et dans *la Revue Philosophique* (2).

***

Dire que l'expertise en écritures ne signifie rien, c'est trancher une question grave avec la présomption de l'ignorance et non juger en connaissance de cause ; dire qu'elle n'a aucune méthode, c'est commettre une erreur grossière. Considérée en elle-même, elle figure en réalité parmi les procédés d'investigation les plus sérieux que la Justice a entre les mains. Si les experts en écritures se sont si souvent trompés et se trompent encore, cela tient simplement à ce qu'actuellement la grande majorité n'ont pas les connaissances techniques voulues. En France on compte environ deux cents personnes qui font soit d'une façon suivie, soit occasionnellement, des expertises en écritures ; sur ce nombre, il n'y en a peut-être pas dix qui soient véritablement compétentes. La faute en est, à vrai dire, surtout aux circonstances. L'expertise en écritures se trouve de fait dans un cas un peu spécial. Comme toutes les autres branches de recherches du domaine judiciaire, elle exige des notions techniques toutes particulières pour être pratiquée d'une manière scientifique. Mais, à la différence des autres, il se trouve que les connaissances qu'elle nécessite ne peuvent servir qu'à cela, ne répondent du moins à l'exercice d'aucune spécialité professionnelle dans la vie courante. Il en résulte que les Tribunaux n'ont pas à leur disposition pour les expertises en écritures des corps de techniciens tout faits, comme ils se trouvent en posséder, par exemple, pour les problèmes de comptabilité, les analyses chimiques et les questions médicales. Grâce aux cours qui ont été organisés et plus encore sans doute aux examens qui ont été institués, le jour n'est peut-être pas loin où les choses changeront. Il faut seulement espérer que, dans l'intérêt des justiciables, les Tribunaux voudront bien favoriser le mouvement en n'hésitant pas à créer un privilège de fait en faveur de la génération nouvelle.

Solange PELLAT
Président de la Société Technique des Experts en écritures.

(1) La graphologie et ses méthodes expérimentales, *Revue Scientifique*, 30 mars 1907.

(2) Le geste graphique, *Revue Philosophique*, octobre 1915.

REVUE INDUSTRIELLE

LA PHOTOGRAPHIE A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Le photographe passait jadis pour être « l'esclave du soleil » ; cependant, dès le début, il avait essayé de s'affranchir de cette servitude : c'est ainsi que Sillemann et Good obtenaient, en 1840, des daguerréotypes sous l'arc électrique ; en 1851, Hill exécutait des portraits à la lumière Drummond ; en 1860, Bunsen et Roscoë faisaient connaître la lumière du magnésium, qui ne tardait pas à être appliquée aux opérations photographiques. Aujourd'hui, professionnels et amateurs n'ont que l'embarras du choix entre les sources lumineuses artificielles, et nous allons voir combien sont variés les moyens dont ils disposent, dans les différentes applications de la photographie, pour ne plus dépendre d'un agent aussi inconstant que la lumière diurne.

Portrait à l'atelier. — L'arc électrique, déjà utilisé couramment par Nadar en 1860, n'est pas encore entièrement abandonné par les portraitistes, car il fournit économiquement un très bel éclairage, sans bruit et sans fumée. Cependant, depuis quelques années, beaucoup de photographes lui préfèrent la lampe à vapeurs de mercure et même la lampe à incandescence.

L'appareil que construit actuellement la Westinghouse Cooper-Hewitt C° Limited pour l'éclairage des portraits (fig. 31) est composée de deux tubes à mercure et de réflecteurs blancs émaillés, portés par un bâti articulé sur un socle à roulettes. Sa consommation n'est que de 700 watts, pour une puissance lumineuse de 2.000 bougies. La lumière est stable et très riche en radiations actiniques. Son aspect blafard ne nuit pas à l'harmonie du portrait monochrome. L'avantage des tubes à mercure sur l'arc à charbons tient à la grande surface lumineuse : on n'a plus affaire, ici, à un point éblouissant, qui exige l'interposition d'écrans diffuseurs, mais à deux lames éclairantes fournissant directement un éclairage sans dureté, comparable à l'éclairage naturel de l'atelier vitré.

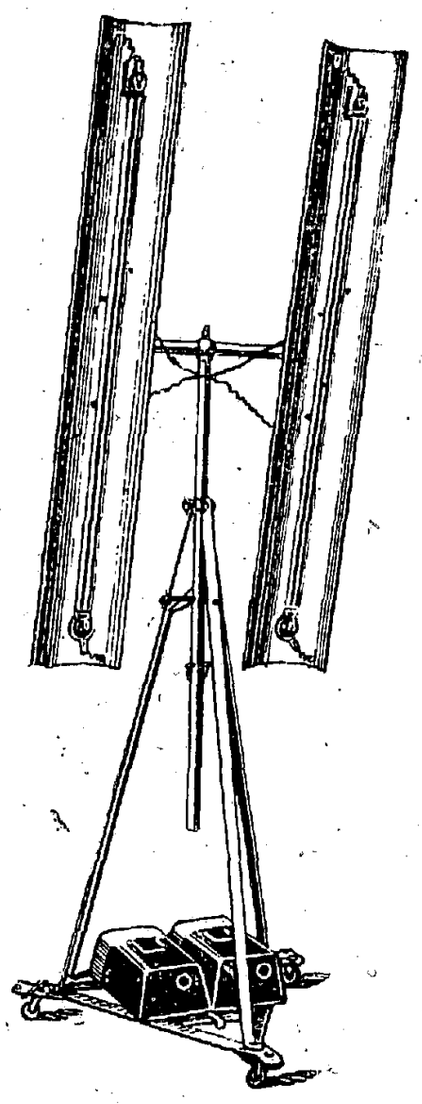


Fig. 31. — Lampes à mercure pour le portrait à l'atelier (Westinghouse Cooper-Hewitt C°).

Il en est de même pour les lampes à incandescence. Tant que l'on ne connaissait que l'ampoule à filament de charbon, il n'était pas question de l'appliquer au portrait, car son pouvoir photochimique était beaucoup trop faible. Mais il en est tout autrement avec les foyers actuels, à filaments métalliques, tantale ou tungstène. Les récentes lampes à atmosphère d'azote, dites « demi-watt », permettent de réduire l'installation à un ou deux foyers, car on en construit, à présent, dont l'intensité dépasse 5.000 bougies : leur éclat équivaut à celui de l'arc, avec cet avantage que la lumière en est moins crue, sans la moindre vacillation, et n'exige ni réglage ni entretien.

Les résultats obtenus avec les lampes à incandescence ont ramené l'attention sur l'éclairage au gaz, dont l'application au portrait avait déjà été tentée, à Londres, en 1857. Les perfectionnements apportés, au cours des dernières années, à la fabrication des plaques orthochromatiques permettent d'utiliser des éclairages considérés autrefois comme insuffisamment actiniques. M. Kenneth Mees a montré qu'un seul bec Auer, du type le plus usuel, placé à 2 m. du modèle, permet d'exécuter en 5 secondes, avec un objectif ouvert à F:5, un portrait sur plaque panchromatique Wratten, sans interposition d'écran compensateur, l'orthochromatisme étant assuré par la dominante jaune de l'éclairage. La société Kodak a mis au point cette méthode, en construisant un appareil d'éclairage au gaz pour portraits.

D'autres progrès sont d'ailleurs à prévoir : le gaz surpressé émet une lumière aussi éclatante que l'arc électrique, mais étalée en un foyer beaucoup plus large, — supériorité manifeste, en matière de portrait.

Pour les poses très courtes, il faut recourir à la combustion de certains métaux, dont le plus usité est le magnésium. On l'employait primitivement sous forme de rubans ; mais on reconnut bientôt l'avantage qu'il y avait à le réduire en poudre, afin de multiplier la surface à brûler et d'abréger le temps de pose. L'aluminium est aussi employé, bien qu'il produise moins de lumière, à poids égal. Ces deux métaux pulvérisés sont brûlés, tantôt seuls, tantôt avec des substances comburantes, telles que le salpêtre ou le chlorate de potasse. Ces mélanges, connus sous le nom de *photopoudres* ont fait l'objet de nombreuses études. On s'est attaché à accroître la rapidité de la combustion, ainsi que l'intensité actinique de la lumière, et à diminuer le dégagement de fumée.

A cette fin, les métaux précédents sont souvent remplacés, actuellement, par le cérium, le thorium et le zirconium, dont les oxydes portés à haute température émettent des radiations très brillantes. Cette même propriété a été également utilisée en associant au magnésium ou à l'aluminium un comburant dont la décomposition donne les mêmes oxydes : en d'autres termes, on a remplacé le salpêtre des photopoudres primitives par un azotate de thorium ou de cérium.

La combustion a été accélérée en ajoutant aux photo-

poudres certaines matières qui favorisent l'accès de l'air. Telle est, entre autres, la fibre d'amiante, qui offre, par surcroît, l'avantage de retenir une partie de la fumée, grâce à sa structure colonneuse. L'acide bori-

Fig. 32. — Atelier à lumière artificielle par photopoudres (Cl. Cavalier)

que et la silice diminuent aussi la production de fumée ; néanmoins, il n'existe point, jusqu'à présent, pour la photographie, de poudre sans fumée, et c'est là l'inconvénient le plus grave de l'éclairage par combustion de métaux.

Mais, s'il n'est pas possible d'éviter la production de la fumée, on peut du moins l'empêcher de se répandre. Dans les ateliers, ce résultat a été facilement atteint par l'emploi de cages vitrées communiquant avec l'extérieur par des tuyaux. Pour l'usage des portraitistes, divers constructeurs ont établi des dispositifs par lesquels l'éclairage artificiel se rapproche le plus possible des conditions ordinaires d'emploi de la lumière diurne. Des cartouches à photopoudres sont

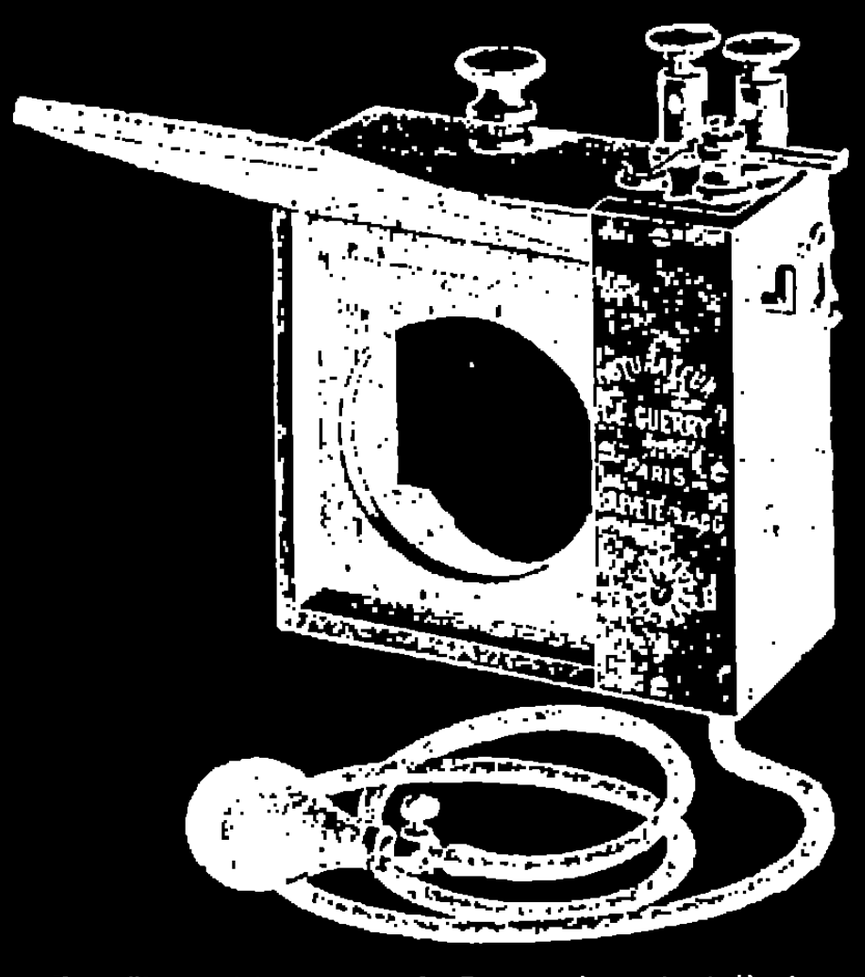


Fig. 33. — Obturateur de Guerry à contact électrique pour l'inflammation des photopoudres.

réparties à l'intérieur d'un meuble, d'une sorte d'armoire à vitrage dépoli, dont la forme et la disposition rappellent celles des châssis par lesquels les ateliers de pose reçoivent la lumière du ciel (fig. 32). Les cartouches sont enflammées par une étincelle électrique, le circuit pouvant être automatiquement fermé par l'obturateur, au moment où celui-ci démasque l'objectif (fig. 33).

Les photopoudres qui contiennent des azotates ou des chlorates sont de véritables explosifs, dont le maniement n'est pas sans danger, comme l'ont prouvé de nombreux accidents. M. J. Courtier a proposé un procédé à la fois plus économique et inoffensif : un fil fin en aluminium est mis en court-circuit sur une canalisation électrique ; le courant très intense qui s'établit volatilise instantanément le métal, qui émet une lumière éclatante et de très courte durée. Les brevets de l'inventeur prévoient l'emploi de plusieurs fils disposés pour être brûlés isolément, ou simultanément, ou en succession rapide.

Ces diverses sources lumineuses, d'abord d'un emploi exceptionnel, tendent maintenant à se substituer complètement à la clarté du jour, et il faut s'attendre à voir progressivement disparaître les classiques salons

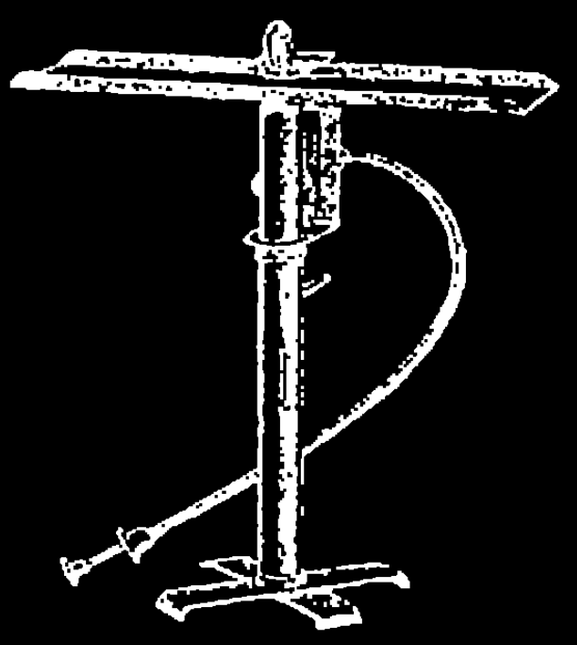


Fig. 34. — Lampe « Eclair » à allumage par briquet au ferro-cérium.

de pose vitrés, qu'il fallait installer sur les toits ou dans une large cour, et où les heures favorables aux opérations étaient très limitées, surtout en hiver. L'éclairage artificiel permet d'opérer dans un local quelconque, dans le plus sombre rez-de-chaussée, par n'importe quel temps, à toute heure du jour ou de la nuit. C'est pourquoi il existe déjà beaucoup d'ateliers où l'on a complètement renoncé à la lumière du ciel, et la traditionnelle « maison de verre » du photographe ne sera bientôt plus qu'un souvenir.

Portrait hors de l'atelier. — L'électricité et les becs de gaz intensifs sont rarement applicables hors de l'atelier, et il faut généralement s'en tenir aux photopoudres. L'inflammation en est assurée soit au moyen d'une mèche nitrée soit par l'intermédiaire d'un déclic mécanique et d'une capsule de fulminate ou d'un briquet de ferro-cérium (fig. 34). Il est impossible, le plus souvent, de canaliser la fumée jusqu'au dehors : on fait alors jaillir la lumière dans des boîtes pliantes, d'où la fumée ne peut s'échapper et que l'on emporte au dehors, après la pose, pour les ouvrir et laisser échapper les produits de la combustion (fig. 35).

Pour les portraits exécutés dans une pièce ordinaire, la lumière artificielle est parfois combinée avec la clarté du jour, et certains artistes, M. C. Puyo, notamment, ont produit de la sorte des œuvres très remarquées.

Le modèle étant éclairé de face par la fenêtre, si l'appareil est placé entre celle-ci et le sujet, on n'aura qu'une image dépourvue de relief. Mais, si l'on dispose, à droite ou à gauche du modèle, un peu plus haut que sa tête, une lampe à magnésium, cet éclairage supplémentaire convenablement dosé donnera au modelé les accents nécessaires. Les contrastes seront même très accusés, si la pose est très courte, parce que l'éclairage latéral sera alors prépondérant; si, au contraire, la pose est prolongée et la charge de photopoudre réduite, alors c'est l'éclairage de face qui fournira l'effet prédominant, et les oppositions seront adoucies.

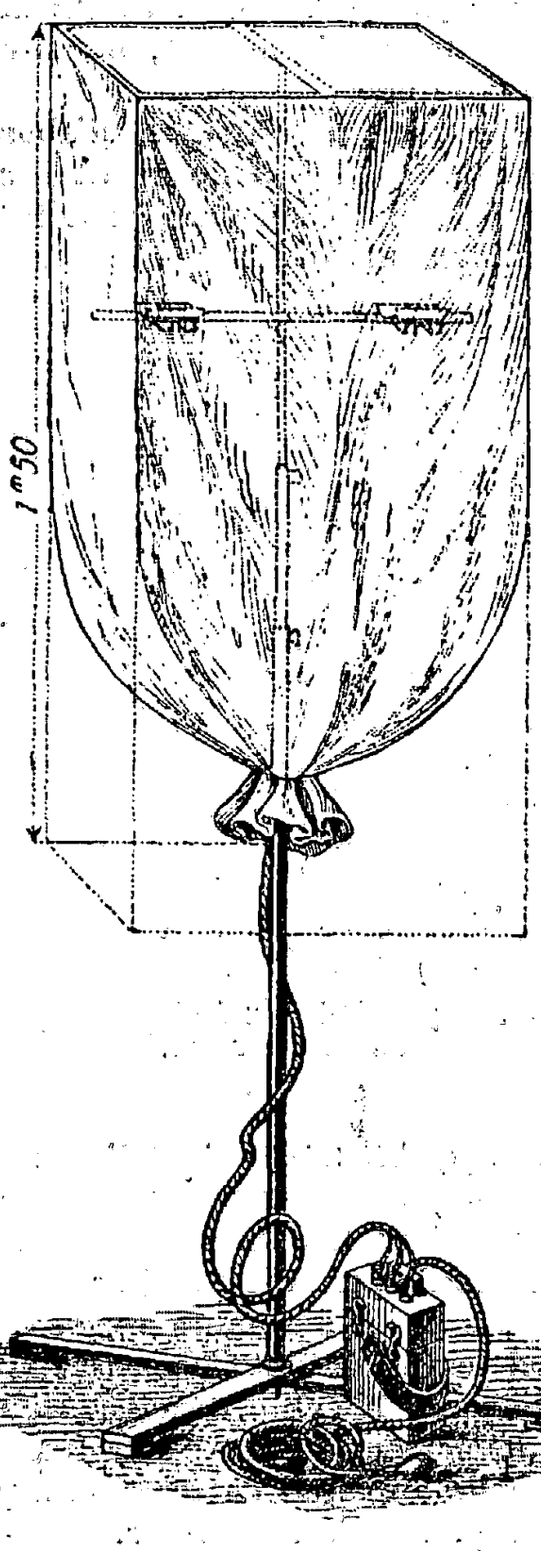


Fig. 35. — Capteur de fumée.

Photographie des intérieurs. — Si le portrait exige une pose très brève, la surface à éclairer est toujours assez restreinte pour que la quantité de lumière nécessaire reste relativement minime. C'est tout le contraire, lorsqu'il s'agit de reproduire un intérieur, un hall, une église, une caverne, et, si la lumière doit être d'autant plus abondante que le sujet est plus vaste, en revanche on a, dans la plupart des cas, toute latitude pour prolonger la durée de la pose.

En principe, les photopoudres se prêtent à cette application, à l'aide d'appareils analogues à ceux qui servent pour le portrait hors de l'atelier. Cependant leur maniement ne va pas sans quelques risques, et plusieurs opérateurs y ont renoncé. Dans les excursions, notamment, lorsqu'il s'agit de descendre au fond d'un gouffre d'accès difficile, il est imprudent d'avoir dans son bagage des compositions susceptibles de faire explosion, en cas de chute. M. E.-A. Martel, qui a exécuté de remarquables photographies souterraines, s'en tenait, le plus souvent, au magnésium en ruban ou en poudre brûlant à l'air libre.

Quand le recul n'excède pas 5 à 10 m., il suffit de brûler une dizaine de mètres de ruban de magnésium, et l'on conviendra qu'il ne saurait y avoir rien de plus simple que ce procédé, qui réduit le matériel d'éclairage à une boîte d'allumettes et une bobine de ruban métallique. Les quelques minutes de patience que demande la pose sont amplement compensées par la rapidité de l'installation, si bien qu'au total l'opération se trouve achevée plus vite que par toute autre méthode. C'est ainsi que M. Martel a pu reproduire, en 5 à 10 minutes, l'admirable *Mise au tombeau* de la crypte de Bourges, celle de Carennac (Lot), et quantité de grottes remarquables.

Au delà de 10 m., il vaut mieux faire usage du magnésium en poudre. Il existe à cet effet plusieurs modèles de lampes, dans lesquelles le métal pulvérisé est projeté à l'aide d'une soufflerie sur une flamme d'alcool (fig. 36). M. Lasson a ainsi exécuté, à Dargilan et à Padirac, de très beaux clichés, en 10 secondes environ. Le temps de pose et la quantité de poudre dépendent évidemment de la distance du sujet, de la couleur des parois, de l'ouverture de l'objectif et de la sensibilité des plaques. Ces deux derniers éléments méritent de retenir l'attention de l'opérateur, car ils offrent un intérêt économique aisément appréciable. Tel sujet, par exemple, qui pourrait être reproduit avec 30 gr. de poudre, si l'ouverture de l'objectif était égale à F : 6, en exigera 120 gr. avec un objectif ouvert seulement à F : 12. De même, les plaques les plus rapides, quoique plus chères que les plaques de sensibilité ordinaire, rendront en définitive l'opération moins onéreuse, puisqu'elles permettront de diminuer la quantité de poudre brûlée.

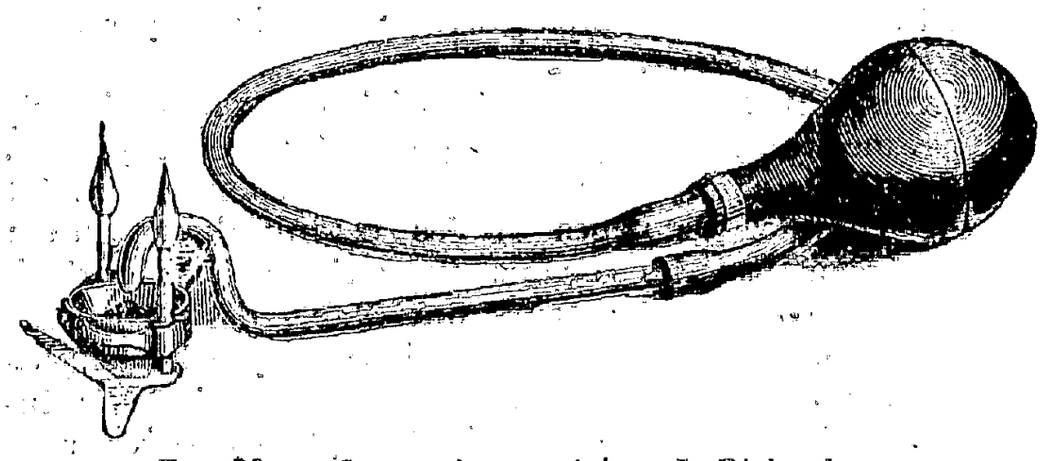


Fig. 36. — Lampe à magnésium J. Richard

Nous avons dit, au début de ce paragraphe, que la photographies des intérieurs n'exigeait pas, d'ordinaire, une pose très courte. Il faut en excepter la photographie au théâtre, qui présente, de ce fait, des difficultés toutes particulières. L'éclairage doit y être très intense, car on ne saurait compter sur l'immobilité des acteurs et des figurants. Il ne faut d'ailleurs point s'illusionner sur le concours des lampes de la rampe et des herses, dont l'éclairage, brillant pour les yeux, n'est pas suffisamment actinique. M. Paul Boyer a créé pour cet usage, en 1888, des lampes spéciales, qu'il a du reste notablement perfectionnées depuis lors, et qu'il dispose de manière à répartir la lumière sur

toute la scène. A l'Opéra et à l'Hippodrome, une dizaine de ces lampes ont été employées. Chaque lampe était munie d'un capteur de fumée (un ballon en étoffe qui se fermait automatiquement après la pose) et toutes étaient allumées simultanément au moyen de l'électricité.

Prise des vues cinématographiques. — Le « studio » l'atelier de prise des vues cinématographiques tient à la fois de la salle de pose et du théâtre : de la première, il a le vitrage, les rideaux, les écrans, les réflecteurs ; du second, il a les vastes dimensions, les décors, les portants, les frises et la machinerie. Quand la lumière naturelle est insuffisante, l'éclairage artificiel de cet immense vaisseau offre des difficultés toutes particulières, en raison de la brièveté des poses chronophotographiques, qui sont de l'ordre du cinquantième de seconde. Il faut ici des batteries de grandes lampes électriques, arcs à charbons ou tubes à mercure ; trente ou quarante foyers d'une cinquantaine d'ampères chacun sont groupés sur plusieurs chariots à roulettes et alimentés au moyen de conducteurs souples reliés à des prises de courant. L'éclat en est tel qu'il en résulte parfois des accidents comparables à des coups de soleil. Dans plusieurs ateliers, des affiches recommandent aux acteurs de ne pas s'attarder inutilement sous cette lumière aveuglante. L'interposition de verres spéciaux, dans la composition desquels entrent des sels de plomb, atténue les méfaits de ces radiations. Il est rare que la peau du visage et des mains pèle comme dans les cas de véritable insolation ; par contre, les ophtalmies et les troubles nerveux sont assez fréquents. Les artistes sont obligés, après une scène vivement éclairée, de se laver les yeux dans une solution de cocaïne ou d'adrénaline au 1/300. Malgré ce traitement, l'acteur qui a dû regarder en face les phares éblouissants risque de passer une nuit sans sommeil et d'avoir, le lendemain, les paupières boursouflées. Quelques collyres ont aisément raison de ce désagrément, sans gravité s'il reste isolé ; mais, quand il se renouvelle trop souvent, les yeux délicats s'usent, à la longue, s'affaiblissent, et l'on cite même quelques cas de cécité.

D'ailleurs, outre ces risques, une lumière trop vive offre des inconvénients au point de vue esthétique, car elle fausse l'expression, provoque des grimaces involontaires, des sourires forcés, des airs hébétés, et finit par engendrer des tics très disgracieux.

Et pourtant, malgré tout son éclat, l'éclairage artificiel lutte difficilement avec la lumière solaire. Au début, on avait cru que quelques foyers puissants suffiraient pour opérer sans interruption dans l'atelier-théâtre, par n'importe quels temps, et même la nuit. Il a fallu en rabattre, car la plupart des scènes à « tourner » requièrent une abondance de lumière qu'il serait peu pratique de demander uniquement aux luminaires électriques. En fait, le travail est généralement interrompu, dans beaucoup de studios, pendant les journées pluvieuses, et c'est pour réduire au minimum ce chômage que les grands entrepreneurs de spectacles cinématographiques ont fait construire des ateliers dans les régions ensoleillées. Nous connaissons une dizaine de ces installations, sur la Côte d'Azur ; il y a, là aussi, des batteries de lampes électriques, mais elles ne sont destinées qu'à compléter l'effet de la lumière diurne : celle-ci répand sur toute la scène un éclairage diffus, qui évite les ombres trop dures, tandis que le luminaire artificiel, déterminant un éclairement plus étroitement localisé, fournit des accents qui mettent en relief les saillies des objets, donnent plus de vigueur au modelé, plus d'éclat aux carnations, et rendent les regards plus vifs, les yeux plus expressifs.

Photographie nocturne en plein air. — Aujourd'hui, l'éclairage brillant des voies publiques permet d'y exécuter des photographies nocturnes en quelques secondes, parfois même en une fraction de seconde. Il est vrai que, dans ce dernier cas, l'image se réduit à peu près à la production des réverbères, aux reflets de leurs lumières sur le sol, surtout quand il est mouillé, et à quelques silhouettes détachées en noir sur les surfaces brillantes. Veut-on enregistrer plus de détails, en prolongeant la pose, alors les lanternes des véhicules impriment sur le cliché une foule de traînées enchevêtrées. On obtient, au contraire, de très beaux effets, en photographiant d'assez loin, ou du haut d'un édifice, des illuminations ou des feux d'artifices. Dans toutes ces applications, on a soin d'employer des plaques anti-halo, et il en est de même dans les constatations judiciaires et le reportage photographique.

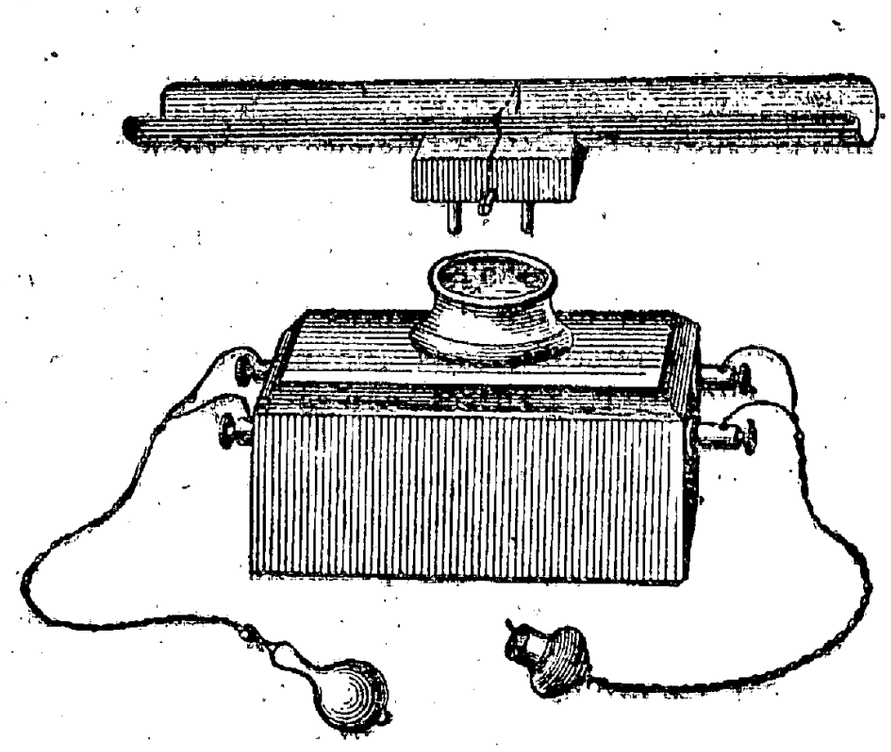


Fig. 37. — Lampe à gouttière, allumage électrique par incandescence.

Aussitôt qu'un crime a été commis ou que s'est produit un accident, il importe de recueillir immédiatement une image exacte des lieux, avant que les travaux de sauvetage ou de déblaiement en aient modifié l'aspect. Le photographe doit donc être outillé pour opérer à n'importe quel moment. Bertillon s'est servi de photopoudre étalée dans une gouttière métallique (fig. 37), de manière à avoir une large surface lumineuse. Le poids de la charge brûlée atteint souvent 50 gr., les clichés du service anthropométrique étant du format 18×24, et l'objectif un grand angulaire relativement peu lumineux.

Malgré l'emploi de foyers intenses, les images nocturnes en plein air sont limitées aux premiers plans : les plans éloignés d'une vingtaine de mètres sont à peine indiqués, et, au delà de 50 à 80 m., c'est la nuit noire. La portée de la lumière est beaucoup plus étendue dans les intérieurs, où les parois la réfléchissent de tous côtés, tandis qu'au dehors le sujet photographié ne reçoit que le faisceau lumineux qui lui vient directement du foyer. En plaçant derrière celui-ci un réflecteur blanc, on gagne bien quelque chose ; néanmoins, la majeure partie de la lumière émise est éparpillée en pure perte.

Impression des positifs. — Les raisons qui ont conduit les photographes à remplacer la clarté du jour par la lumière artificielle pour impressionner leurs négatifs se retrouvent également dans le tirage des positifs. Les variations d'intensité de la lumière naturelle, son interruption quotidienne, sa très courte durée pendant l'hiver, son insuffisance par les temps brumeux sont incompatibles avec un travail régulier.

Les tirages sur papier au chlorure d'argent, aux sels de fer ou de chrome, deviennent parfois impossibles, ou du moins ne sont pratiquement utilisables que 3 ou 4 heures, au milieu de la journée, et cette durée est parfois insuffisante pour achever une seule épreuve d'un cliché très opaque. En outre, les variations incessantes de l'intensité actinique compliquent la besogne et exigent un personnel attentif, constamment occupé à surveiller les progrès de l'impression. Ces inconvénients sont entièrement supprimés par l'emploi de la lumière artificielle, qui, après un réglage préalable, fournit des impressions toujours égales. Sous un arc en vase clos, la durée de tirage des épreuves aux sels d'argent est de 2 à 3 minutes, tandis qu'à la lumière diurne, au milieu d'une belle journée d'hiver, il faudrait environ 2 heures. La Westinghouse Cooper Hewitt C° dispose un tube à vapeur de mercure sous deux longs cadres obliques contre lesquels sont placés les châssis-presses. La lumière étant absolument stable et constante, il suffit, pour chaque cliché, de noter la durée d'impression d'une épreuve, pour en obtenir ensuite, sans aucune surveillance, un nombre quelconque d'autres copies exactement semblables.

Les mêmes sources de lumière s'appliquent également aux couches de gélatine ou d'albumine bichromatée, dans les ateliers d'impressions photomécaniques. C'est là surtout qu'il est indispensable d'assurer un travail régulier et rapide. Pour la similigravure, par exemple, l'exposition de la planche sensibilisée suivant le procédé *émail* (colle forte bichromatée) exige environ 1 heure en lumière diffuse, tandis qu'à 30 centimètres d'une lampe à arc de 20 ampères, 5 minutes suffisent. Du reste, certains travaux ne souffrent aucune interruption, et l'illustration de la presse quotidienne oblige les photograveurs à s'outiller de manière à pouvoir conduire toutes les opérations aussi bien la nuit que le jour. C'est ainsi que les journaux parviennent à reproduire des photographies prises la veille, sinon le jour même.

La sensibilité des papiers au gélatinobromure d'argent permet de les impressionner sous une bougie et même devant une simple allumette. Cependant, ce n'est là qu'un expédient susceptible de rendre service, le cas échéant, aux amateurs insuffisamment outillés, et, dans l'industrie, les tirages au bromure s'effectuent d'ordinaire à l'aide de lampes à incandescence qui permettent d'exécuter rapidement, avec une régularité parfaite, un grand nombre d'épreuves. En employant un révélateur de composition constante et peu oxydable, la durée du développement est invariable, si bien qu'il est facile d'obtenir des images identiques, par grandes quantités, en réduisant au minimum la surveillance des opérations. Dans certaines usines même, tout s'effectue automatiquement, à l'aide de machines : c'est ce que l'on a appelé la « photographie au kilomètre ». Le papier au bromure est enroulé en longue bande sur une bobine. Un mécanisme l'amène sous le cliché, devant lequel une lampe électrique détermine l'impression de l'image latente ; il avance ensuite de la quantité voulue, et une nouvelle surface se présente sous le phototype. Pendant que l'impression continue, le commencement de la bande a été amené par la machine dans une cuve contenant le révélateur. Chaque photocopie n'y séjourne que juste le temps nécessaire au développement, et passe dans d'autres auges destinées au fixage et aux lavages. La bande est enfin séchée rapidement, et les épreuves coupées au format voulu. On a ainsi rapidement de très belles images (des cartes postales, notamment), à des conditions de prix qui leur permettent de lutter même avec les tirages aux encres grasses.

Agrandissements. — L'extrême sensibilité des émulsions au bromure d'argent a permis d'appliquer aux agrandissements des sources lumineuses de médiocre intensité ; elle a rendu ainsi très simple et accessible aux amateurs une opération qui jadis nécessitait une installation assez compliquée et la présence du soleil. Une lanterne de projection éclairée au pétrole suffit, à la rigueur, pour obtenir en quelques minutes une épreuve amplifiée. La lampe à incandescence est le foyer le plus commode, sauf pour les très grands formats, qui exigent une lumière plus intense, comme l'arc, le bec Auer ou le chalumeau oxhydrique. Ces foyers puissants sont aussi appliqués aux agrandissements sur papier au charbon. La source lumineuse est généralement placée au foyer principal d'une grande lentille ou condensateur ; cependant, quand les dimensions du négatif dépassent le format 9×12, il est préférable de l'éclairer directement par une large surface lumineuse. C'est dans ce but que la Westinghouse Cooper Hewitt C° réunit dans un cadre quatre tubes à mercure de 500 bougies chacun.

Une étude complète des agrandissements nous conduirait logiquement à traiter de la microphotographie en lumière artificielle ; mais ceci demanderait une analyse particulière, qui ne saurait trouver place dans cette esquisse rapide et pourtant déjà trop longue. Indiquons seulement que, si cette application utilise le gaz, l'acétylène et la lumière Drummond, la majeure partie de la besogne reste confiée à l'électricité. Celle-ci est d'ailleurs employée, non seulement sous les formes que nous avons déjà rencontrées, mais encore sous celle de décharges à haute tension : c'est ordinairement au moyen d'étincelles jaillissant entre des tiges de cádmium qu'est réalisée la microphotographie par radiations ultra-violettes. Cependant, l'arc à charbons convient mieux aux poses rapides, et c'est en concentrant sur une surface très exiguë une grande quantité de lumière qu'il a permis de réaliser la microphotographie instantanée : c'est ainsi que M. Victor Henri a pu cinématographier le mouvement brownien et que le Dr Comandon a appliqué la chronophotographie à l'ultra-microscope.

Autochromie. — Les plaques autochromes exigent, toutes choses égales d'ailleurs, une pose environ 50 fois plus longue que les plaques ordinaires de rapidité moyenne, d'où l'impossibilité d'obtenir des portraits en couleurs à la lumière diffuse de l'atelier vitré. La lumière artificielle, au contraire, permet d'opérer en une fraction de seconde : il n'y a qu'à brûler une dose suffisante de photopoudre.

Toutefois, en pratique, cette solution n'est pas aussi

simple qu'elle paraît. D'abord, le verre jaune habituel ne suffit plus pour équilibrer le coloris ; il faut préparer un écran compensateur spécial pour chaque espèce de poudre utilisée, le spectre de la lumière

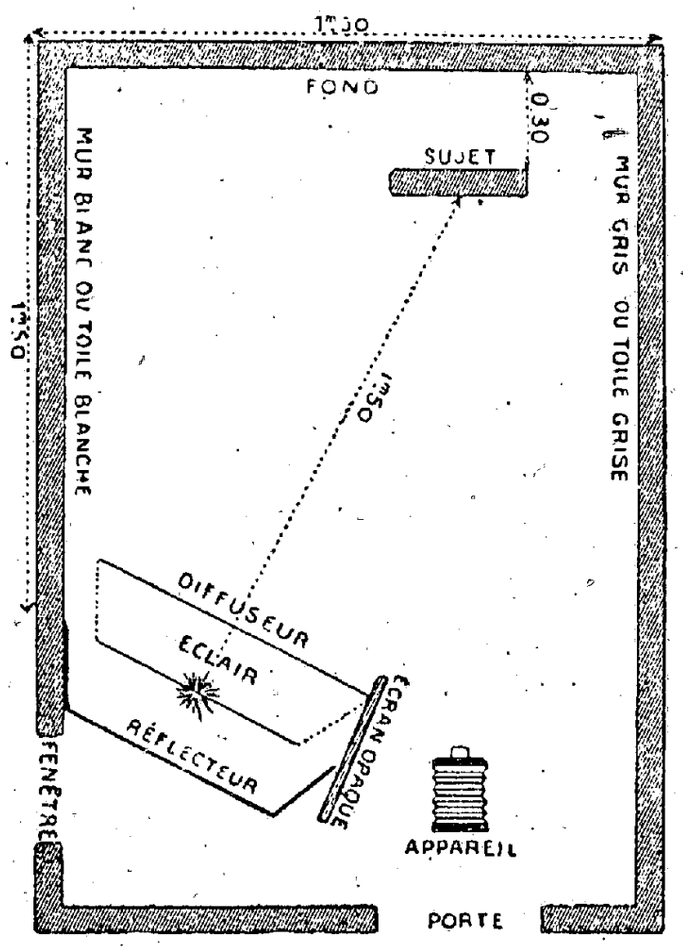


FIG. 38. — Dispositif pour l'exécution des portraits autochromes (Cl. Lumière).

émise variant suivant le métal et suivant l'oxydant qui constituent le mélange éclairant. En outre, il n'est pas prudent d'enflammer une quantité inusitée d'un produit contenant du chlorate de potasse ou quelque autre explosif. Le perchlorale est beaucoup moins dangereux et peut être employé à dose élevée. Appliqué aux reproductions en couleurs, il exige un écran jaune verdâtre. MM. Lumière fabriquent à cet effet un écran spécialement adapté aux radiations émises par leur poudre *Perchlora*. La quantité de poudre à brûler varie, naturellement, suivant les dimensions du local, la couleur de ses parois, la distance du sujet principal, etc. On peut cependant indiquer, à titre de donnée approximative, qu'avec un objectif ouvert à F : 5, il faut environ 12 grammes de poudre au perchlorate pour une plaque 13 × 18, dans une pièce disposée comme le montre la figure 38. Il va sans dire que, si l'on utilise une ouverture différente, la dose sera modifiée en raison inverse du carré du diamètre utile du diaphragme : ainsi, pour le format précité, il faudra 24 gr., si l'objectif travaille à F : 7.

Les diapositifs autochromes peuvent être multipliés, soit à la chambre noire, soit par le contact. Cependant, la lumière naturelle ne convient pas à l'exécution de ces copies, parce que la couleur en est trop variable : suivant l'état du ciel, la reproduction accuserait une dominante, tantôt bleuâtre, tantôt jaune ou rouge, etc. Ce défaut n'est d'ailleurs nullement imputable à la plaque autochrome et se retrouverait inévitablement dans n'importe quel procédé de reproduction en couleurs, puisqu'il résulte des changements de teintes de la lumière diurne. Nous l'avions notamment remarqué en effectuant des tirages d'épreuves sur papier « Utocolor » : les photocopies imprimées à l'ombre n'avaient jamais les mêmes nuances que celles qui avaient été exposées au soleil.

Seule, la lumière artificielle fournit des résultats constants et, si l'écran compensateur a été bien choisi, des copies identiques aux modèles.

Ernest COUSTET.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La résistance électrique aux grandes densités de courant. — Les théories électroniques font prévoir que, pour les grandes densités de courant, la loi d'Ohm cesse d'être applicable. Selon Sir J.-J. Thomson, pour des densités de l'ordre de 10^9 amp/cm², le courant est proportionnel à la racine carrée de la force électromotrice appliquée et par suite la résistance est indéfiniment croissante.

Les vérifications expérimentales sont délicates, car le passage d'un courant intense dans un conducteur l'échauffe et modifie notablement sa résistivité, effet qui vient se superposer au phénomène observé.

L'étude de la question, jadis abordée par Maxwell, a été reprise par P.-W. Bridgman (1), avec un dispositif permettant d'éviter cette cause d'erreur. Le conducteur à examiner constitue l'une des branches d'un pont de Wheatstone, parcouru par le courant continu de grande densité et, en outre, par un faible courant alternatif, de fréquence musicale. Le pont possède comme appareils de zéro, à la fois un galvanomètre et un téléphone, pour ce qui concerne respectivement chacun des courants qui y circulent. On évalue de cette façon la différence des résistances aux deux courants, sans être gêné par l'effet parasite dont nous avons parlé, puisque le conducteur est commun aux deux circuits. Il y a cependant encore une difficulté à résoudre ; il faut tenir compte, à côté de l'effet Joule dû au courant continu, de celui qui est dû au courant alternatif. Du fait de ce dernier courant, le fil subit des alternances de chauffage et de refroidissement qui provoquent des oscillations de sa résistivité et créent, dans le circuit alternatif du pont, des fluctuations de la différence de potentiel, action analogue à celle d'un microphone. Cet « effet microphone » est éliminé par un artifice d'extrapolation. En opérant à diverses fréquences, chaque lecture étant considérée comme fonction de la période correspondante, on extrapole jusqu'à la période zéro (fréquence infinie). C'est à partir de cette dernière valeur que la divergence à la loi d'Ohm est calculée.

La feuille métallique, tenant lieu de conducteur, était collée sur l'une des faces d'une lame de verre ; l'autre face de lame était refroidie par un courant

(1) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, octobre 1921.

d'eau. Les observations ont porté sur des feuilles d'or de 8.10^{6} cm et $1.67.10^{5}$ cm et des feuilles d'argent de 2.10^{5} cm d'épaisseur. Certaines de ces feuilles étaient formées par dépôt cathodique. Les densités de courant variaient jusqu'à 5.10^{4} amp/cm^{2}.

D'après ces expériences, que l'auteur se réserve d'exposer ultérieurement en détail, la divergence à la loi d'Ohm n'est pas proportionnelle au carré du courant, comme l'admettait Maxwell en première approximation, elle augmente plus rapidement. La courbe d'allure paraboblique, semble avoir avec l'axe des abscisses un contact d'ordre élevé. Bridgman conclut que, sur les bases théoriques classiques de la conduction métallique, ces résultats impliquent que le libre parcours des électrons est beaucoup plus long qu'on ne le suppose habituellement, et le nombre des électrons libres beaucoup moindre. S. Veil.

Physique du Globe

Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère (1). — L'influence qu'exerce l'atmosphère sur l'état thermique de notre globe peut être schématisée d'une manière très simple. Pendant le jour, l'atmosphère tamise le rayonnement solaire et en arrête une grande partie. La nuit, elle modère le refroidissement de la surface terrestre. Ces deux actions contribuent à atténuer l'amplitude des variations diurnes de la température.

1. *Pouvoir absorbant de l'atmosphère pour le rayonnement solaire.* — Je me suis attaché à étudier l'influence de la vapeur d'eau et des poussières. L'influence prépondérante appartient aux poussières dont les observations polarimétriques (photopolarimètre de Cornu) permettent d'apprécier l'importance. Une longue série de mesures actinométriques, hygrométriques et polarimétriques, faites à Montpellier de 1912 à 1914, m'a permis de comparer les intensités du rayonnement solaire : 1° pour les mêmes heures de journées voisines ; 2° pour des épaisseurs atmosphériques égales au cours d'une même année ; 3° pour des journées correspondant au même mois et des quantièmes voisins de diverses années.

Sauf quelques rares cas, où les pressions de vapeur d'eau au voisinage du sol étaient très différentes, les intensités du rayonnement solaire au voisinage du sol, pour des épaisseurs atmosphériques égales, varient dans le même sens que les polarisations.

Le phénomène est très net et des observations suivies, en un même lieu pendant plusieurs années, permettraient d'établir une formule qui donnerait l'intensité du rayonnement solaire en fonction de l'épaisseur atmosphérique traversée, de la polarisation et de la pression de la vapeur d'eau.

Les conclusions précédentes ne subsistent plus lorsque, pour une raison quelconque, l'*albedo* du sol est modifié. Aussi les ai-je trouvées en défaut au Pic du Midi (2.859 m.), lorsque la mer de nuages s'établissait au-dessous de l'Observatoire, et au Mont-Blanc (4.350 m.), après d'abondantes chutes de neige.

Je signale en passant qu'aux altitudes élevées, bien que l'atmosphère fût très pure, je n'ai pas observé de valeurs exceptionnellement fortes de la polarisation du ciel (les valeurs n'ont pas dépassé 0,70, alors que Cornu signale des valeurs de 0,80 en plaine).

2. *Rayonnement nocturne.* — Le rayonnement nocturne se présente comme la différence entre l'émission thermique Q de la surface rayonnante donnée par la loi de Stefan et la puissance q que cette surface reçoit de l'atmosphère. On peut le mesurer au moyen de l'actinomètre d'Angström et enregistrer ses variations au moyen d'une pile thermo-électrique et d'un galvanomètre inscripteur, un groupe de soudures de la pile étant dirigé vers le zénith, l'autre vers une lame brillante de métal à faible pouvoir émissif, dont la température est celle de l'atmosphère au lieu de l'expérience.

Par nuit claire, le rayonnement nocturne : 1° est indépendant de la polarisation de la lumière diffusée par le ciel (mesurée un peu avant le coucher ou peu après le lever du soleil) ; 2° varie dans le même sens que la température de l'air au lieu de l'expérience ; 3° varie en sens inverse de la pression de la vapeur d'eau ; 4° passe par un maximum peu après le coucher du soleil et décroît ensuite lentement et régulièrement jusqu'au matin.

J'ai établi, par une théorie simple, que le rayonnement peut être représenté par une expression de la forme :

$$r = \sigma 0^{4} F(f)$$

σ désignant la constante du rayonnement intégral (Stefan), 0 la température absolue et F une fonction décroissante de la pression de la vapeur d'eau f.

Cette théorie met en évidence que les facteurs prépondérants pour la détermination du rayonnement nocturne sont la température de l'air et la pression de la vapeur d'eau au voisinage du sol. Des rayonnements observés sous des températures peu différentes et des pressions de la vapeur d'eau voisines doivent, d'après la théorie, avoir des valeurs comparables, *quel que soit le lieu d'observation.*

En effet, contrairement à l'opinion généralement admise, le rayonnement n'est pas exceptionnellement intense aux altitudes élevées : 1° J'ai observé à Montpellier par temps sec, des valeurs comparables à celles que j'ai obtenues au Pic du Midi et au Mont Blanc ; 2° si l'on représente en fonction de f, le quotient $\frac{r}{4\sigma}$ relatif aux valeurs observées, par moi à Montpellier, au Pic du Midi (2.859^{m}), au Mont Blanc (4.350^{m}) ; par Anders Angström à Bassour (1.160 m.) et au Mont Whitney (4.420^{m}) ; par Kimball à Washington (137^{m}) en des années et des mois très différents, les points figuratifs se disposent autour d'une même courbe. Si le rayonnement nocturne n'est pas intense aux altitudes élevées, bien que la pression de la vapeur d'eau soit faible, c'est que la température est aussi généralement basse pendant la nuit, ce qui tend à diminuer le rayonnement.

3. *Rayonnement diurne.* — J'ai établi qu'une surface noire, abritée des rayons solaires directs et tournée vers le zénith se refroidit pendant le jour, même par les plus chaudes journées d'été lorsque le ciel est parfaitement pur. Les échanges entre la surface noire et l'atmosphère se traduisent par un rayonnement résultant dirigé de la surface noire vers l'atmosphère. C'est ce qu'on peut constater aisément au moyen d'une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre ; avec un galvanomètre inscripteur on peut enregistrer le phénomène.

Le galvanomètre accuse, pour les soudures tournées vers le zénith, un rayonnement résultant vers l'atmos-

(1) Communication à la *Société française de Physique*, le 17 mars 1922.

phère du même ordre de grandeur que le rayonnement nocturne.

Dès que les nuages apparaissent dans le ciel, ou qu'un brouillard se forme dans l'atmosphère, le rayonnement résultant entre la surface noire et l'atmosphère change de sens : la surface noire s'échauffe.

En disposant, au-dessus de la pile thermo-électrique, une lame de verre, qui laisse seulement passer les radiations de courte longueur d'onde, les échanges entre les soudures et l'atmosphère se traduisent par un gain de chaleur des soudures. On peut ainsi mesurer et enregistrer le rayonnement lumineux du ciel.

A. Boutaric.

Météorologie

La Variabilité de la quantité de pluie d'une année à l'autre. — La sécheresse, qui a sévi en France depuis le début d'octobre 1920 jusqu'à la fin de l'année 1921, a eu, dans la région des Alpes et le Sud-Est de la France, une très grave répercussion sur l'agriculture, sur la navigation et surtout sur la production de l'énergie électrique et sur toutes les industries qui s'y rattachent. A la demande de plusieurs sociétés de production d'énergie hydro-électrique, M. Tarrade a étudié les caractères de cette sécheresse. Cette étude, très intéressante et très complète, vient d'être publiée dans le dernier numéro de l'*Annuaire de la Société Météorologique de France.*

M. Tarrade montre, avec de nombreux chiffres à l'appui et des graphiques très clairs, que cette sécheresse a eu un caractère absolument exceptionnel.

Voici les conclusions de son étude :

La comparaison des hauteurs de pluies relevées depuis 1689 à Paris, depuis 1788 à Genève, et au cours des cinquante dernières années pour la plupart des autres centres d'observations, met en évidence que, d'une façon générale, en France et surtout dans la région des Alpes, les précipitations, pendant les 15 mois compris entre le 1er octobre 1920 et le 31 décembre 1921, ont été très inférieures aux plus faibles précipitations enregistrées.

La chaleur excessive, persistant jusqu'au milieu d'octobre 1921, a favorisé l'évaporation, aggravant encore le déficit des débits des cours d'eau et de la nappe souterraine ; si bien que les lacs ont accusé une diminution de volume inconnue jusqu'à ce jour.

De plus l'enneigement a été presque nul pendant l'hiver 1920-1921 et la glaciation dans les Alpes est maintenant considérablement réduite.

Aussi les statistiques du régime des cours d'eau font-elles apparaître pour l'année 1921 un abaissement absolument anormal des débits d'étiage, particulièrement dans la région du Sud-Est de la France.

Dans toutes les Alpes françaises, le rôle des pluies d'automne est capital dans l'alimentation des cours d'eau. Or, en 1921, ces pluies ont fait complètement défaut, et, de cet accident, venant s'ajouter à une pluviosité déficitaire pendant les 12 mois précédents (octobre 1920-septembre 1921) dérive la diminution anormale des écoulements, qui s'est manifestée jusqu'en janvier 1922. De plus, en raison des hautes températures diurnes, la fusion des glaciers s'est trouvée réduite, fin Août-Septembre, par la disparition de la matière fusible insuffisamment renforcée pendant l'hiver 1920-1921. L'étiage s'est produit dès le mois d'octobre 1921 et est tombé à un niveau inconnu jusqu'ici. L'absence des pluies d'automne s'ajoutant à une période de 12 mois particulièrement sèche constitue un événement tout à fait exceptionnel et unique dans les Annales Météorologiques.

Les nombreux documents publiés *in extenso* dans l'étude de M. Tarrade sur les quantités de pluie permettent d'avoir une notion sur la variabilité de la quantité de pluie d'une année à l'autre. J'appelle ainsi le rapport de la quantité totale de pluie d'une année, à la quantité de pluie de l'année voisine, ce rapport étant toujours pris plus petit que l'unité, et affecté du signe + s'il y a, d'une année à la précédente, augmentation de pluie, et du signe — s'il y a diminution ; le rapport est égal à 1 si la quantité de pluie est la même que celle de l'année précédente.

Pour la longue série d'observations ininterrompues faites à Paris depuis 1804, 55 années ont donné une augmentation, 58 une diminution, et 4 aucune variation. Les nombres se groupent bien, comme il fallait s'y attendre, autour de l'unité. Toutefois ce ne sont pas les rapports voisins de 1 qui sont les plus fréquents. Les rapports variant de 0,85 à 0,90 ont une tendance à se manifester plus souvent que les autres. Voici en effet la fréquence des différents rapports, sans tenir compte de leur signe.

Rapports	1.00 à 0,95	0,95 à 0,90	0,90 à 0,85	0,85 à 0,80	0,80 à 0,75
Fréquence	21	20	25	16	12
Rapports	**0,75 à 0,70**	**0,70 à 0,65**	**0,65 à 0,60**	**0,60 à 0,55**	**0,55 à 0,50**
Fréquence	10	6	4	1	1

S'il n'était pas prématuré de tirer des nombres précédents une conclusion, on pourrait dire qu'il est normal qu'une année ne ressemble pas à la précédente et, d'une année à l'autre, il faut s'attendre à observer une variation de la quantité de pluie, égale à 50 mm. à Paris, où la moyenne annuelle est de 512 mm.

Les valeurs extrêmes de la variabilité de la pluie sont, à Paris, les suivantes :

+0,63 observée de 1843 à 1842,
—0,51 observée de 1921 à 1920.

Si l'on examine les variabilités successives, on voit que, fréquemment, deux années successives présentent des variabilités de signes différents. C'est le cas pour 66 années sur 177, c'est-à-dire plus d'une fois sur deux. Lorsqu'on observe une variation dans la quantité de pluie d'une année à l'autre, il y a donc plus de chances pour voir cette variation changer de sens l'année suivante que se continuer dans le même sens. Il n'y a jamais eu plus de 4 années successives présentant une variation de même signe et cela ne s'est produit que 4 fois en 177 ans.

Ces résultats me paraissent suffisamment frappants pour montrer qu'il est vain de rechercher une périodicité dans les quantités de pluie. Si une périodicité existe, elle ne peut avoir qu'une amplitude très faible, beaucoup plus faible que les variations accidentelles, et par suite sans grande importance pratique.

D'après les documents empruntés toujours à la même étude, les variabilités extrêmes ont été les suivantes : 0,58 à Genève (1871-1872) ; 0,41 à Lyon (1871-1872) ; 0,33 à Marseille (1920-1921) ; 0,35 à Sisteron (1886-1887) ; 0,23 à Nice (1921-1921). J. R.

Géologie

La houille dans le Sud algérien. — M. l'Ingénieur D. Dussert, Chef du Service des Mines de l'Algérie, vient de publier une intéressante monographie du gise-

ment de houille de Kenadsa, dans le Sud oranais (*Annales des Mines*, 12e sér., t. I, 1922).

L'exploitation de ce combustible minéral a été entreprise en octobre 1917 par l'administration des chemins de fer de l'Etat algérien, alors que le ravitaillement en charbon de notre colonie nord-africaine se heurtait à de grandes difficultés. Une voie ferrée de 22 kilomètres a été posée pour raccorder la mine au réseau d'intérêt général.

La constitution géologique de la région des confins algéro-marocains du Sud a été magistralement décrite par G.-B.-M. Flamand dans sa thèse de doctorat, et c'est à cet explorateur que l'on doit la découverte, le 1er mai 1907, des lits charbonneux de Kenadsa. L'étage westphalien, qui affleure sur la rive droite de l'ouest Zousfana, est en continuité avec les calcaires du Dinantien du djebel Bechar : entre la hammada de l'Oum es Seba et les gours des Bahariat d'Igli, l'érosion a enlevé la couverture de terrains secondaires et tertiaires et mis à jour la pénéplaine hercynienne constituée par les calcaires, les grès et les schistes argileux du Westphalien se développant sur une épaisseur de plus de 3.000 mètres, dans une zone anticlinale allongée sensiblement du nord au sud. Sur ces plis datant de la fin du Carbonifère sont venus se superposer des accidents orientés à peu près ouest-est, qui n'affectent pas le terrain des gours et sont par conséquent contemporains des plis pyrénéens. Toutes ces dislocations témoignent, d'ailleurs, de refoulements peu intenses.

C'est vers la partie terminale de la zone supérieure de ce Westphalien que, au milieu d'argiles schisteuses, ont été rencontrées les très petites couches de houille jalonnant la dépression bordant au sud les palmeraies de Bel Hadi et de Kenadsa : des tranchées ont permis de les suivre en direction sur 5.270 mètres ; après une lacune dans la zone des travaux de 3.500 mètres, deux descenderies distantes l'une de l'autre de 650 mètres ont encore permis de retrouver la même veine de charbon, qui se poursuit donc sur une dizaine de kilomètres de longueur.

La couche de houille la mieux connue mesure 0 m. 40 d'épaisseur moyenne. Le poids spécifique du charbon en place est de 1.233, ce qui donne par mètre carré déhouillé un rendement de 500 kilogrammes. 100 kilogrammes de cette houille donnent 76 kilogrammes de coke et 29 m³ 200 de gaz. Le pouvoir calorique est de 8.130 calories.

La production est passée de 4.379 tonnes en 1918 à 6.911 tonnes en 1920. L'extraction occupait, en avril 1921, 265 personnes.

L. Joleaud,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

Médecine

Recherches sur le mécanisme de l'infection cholérique et de la vaccination par voie buccale. — M. S. Masaki vient d'établir que l'attraction élective par la muqueuse intestinale que M. Besredka a mise en évidence pour le bacille de la dysenterie et les germes du groupe typho-paratyphique se retrouve, avec tous ses caractères, pour le vibrion cholérique. On peut, en effet, administrer, par voie buccale, aux animaux de laboratoire des quantités énormes de vibrions cholériques sans qu'ils réagissent d'une manière quelconque, tandis que, lorsqu'on injecte des vibrions sous la peau, les animaux meurent. Pendant l'évolution de l'infection, on peut observer que les vibrions restent d'abord quelques heures dans le tissu cellulaire, passent dans le sang, puis, au bout de peu de temps, à l'intérieur par la muqueuse intestinale, au niveau du jéjunum, du duodénum et de l'iléon. On peut les retrouver dans l'intestin six heures après l'inoculation sous-cutanée. (*C. R. Soc. Biologie*, 11 mars 1922).

M. Masaki a observé d'autre part que si l'on fait ingérer de la bile à des lapins, de manière à les sensibiliser, puis qu'on leur administre, également par voie buccale, une forte dose de vibrions cholériques tués ou vivants, on peut, au bout de peu de temps, constater la présence d'agglutinine dans leur sang. Toutefois, même en répétant les injections de vibrions, aucun germe anti-infectieux n'apparaît dans le sérum des lapins, ce qui empêche point qu'ils sont bien immunisés puisqu'ils résistent à l'inoculation intra-veineuse d'une dose sûrement mortelle de vibrions cholériques vivants. Il est donc probable que l'immunité, vis-à-vis du choléra, des animaux vaccinés par voie buccale après injection de bile est de nature locale, comme l'immunité vis-à-vis de la dysenterie et de la fièvre typhoïde.

A. B.

Biologie

Fécondation artificielle des œufs de Nereis. — Après que F.-R. Lillie a fait connaître l'importance, pour la fécondation normale, de la sécrétion que les œufs de divers animaux aquatiques répandent dans le milieu ambiant, Miss Woodward a réussi à isoler, de la sécrétion des œufs d'Echinodermes, deux substances, dont une agglutine les spermatozoïdes, et l'autre active les œufs. La première, l'agglutinine, paraît spécifique ; la dernière, qui fut nommée lipolysine à cause de ses propriétés chimiques, agit aussi bien sur les œufs de l'espèce qui l'a fournie que sur ceux des espèces plus ou moins voisines. La lipolysine d'*Asterias*, par exemple, n'est pas moins efficace pour les œufs d'*Arbacia* que la lipolysine d'*Arbacia* même. Miss Woodward a reconnu récemment que la lipolysine des œufs d'Echinodermes est susceptible d'activer les œufs d'une espèce fort éloignée, ceux de *Nereis limbata* (*Biological Bulletin*, novembre 1921). Ce fait est particulièrement intéressant, parce que les œufs de cet Annélide passent pour être assez rebelles aux méthods de parthénogénèse artificielle en usage dans les laboratoires.

Miss Woodward place des œufs frais de *Nereis*, pendant une dizaine de minutes, dans la sécrétion des œufs d'*Echinarachnius* ou d'*Asterias*. Après le passage dans l'eau de mer normale, ces œufs s'entourent de membranes de fécondation, se segmentent, et un certain nombre forment des larves trochophores bien constituées, puis des petits Vers qui vivent jusqu'' 18 jours et ressemblent tout à fait à ceux qui proviennent d'une fécondation normale. Cependant, leur développement est plus lent, jusqu'à deux fois. Au lieu de la sécrétion, on peut employer la lipolysine isolée de celle-ci ; et comme dans ce cas on peut se servir de solutions plus ou moins concentrées, l'effet est plus ou moins rapide. Un des résultats les plus « sensationnels » que décrit Miss Woodward est celui-ci : les œufs vierges de *Nereis* sont traités *pendant une minute* par la lipolysine d'*Echinarachnius* (1 cc. de lipolysine en poudre pour 10 cc. d'eau de mer) ; ils se segmentent, 50 pour 100 arrivent au stade trochophore, et la plupart continuent à se développer et donnent de petits Vers annelés.

A. Drz.

Géographie

Le Togo. — Cet ancien territoire allemand qui nous a été remis en partie (les 2/3) par l'Angleterre le 29 septembre 1920, a une superficie de 33.700 milles carrés avec un peu plus de 1 million d'habitants, et cent dix européens seulement en 1918.

Territoire montagneux dans l'intérieur, avec rivières et chutes d'eau, le Togo possède de grandes étendues de forêts.

De nombreux renseignements ont été fournis sur cette ancienne colonie allemande par M. Angoulvant, ancien gouverneur général de l'Afrique occidentale française (*L'Economiste français*), qui indique que le Togo, dans sa zone méridionale (plaine) la plus peuplée (45 hab. par km²) produit du coprah, du maïs, du manioc. Le sisal est en progrès comme les cultures précédentes. Le cacaoyer, les arbres à caoutchouc, le palmier à huile sont l'objet d'une propagande efficace et l'accroissement de leur production est considérable. Voici quelques nombres : coprah, production : 162 tonnes en 1912-13, 1.923 tonnes en 1919. Sisal, exportation : 17 tonnes en 1913, 413 tonnes en 1919. Cacao, exportation : 335 tonnes en 1912, 2.851 tonnes en 1919. Les palmistes exportés par Lomé ont atteint 14.328 tonnes en 1919 contre 11.639 en 1912. En outre, 2.577 tonnes d'huile de palme ont été également sorties par Lomé en 1919 contre 3.337 tonnes en 1912.

Dans la région centrale beaucoup moins peuplée (6 hab. par km²), le coton se développe : 1.200 tonnes ont été exportées en 1918-19.

Comme bétail, le Togo possède environ 60.000 têtes de chèvres, moutons, porcs principalement. Quelques chevaux.

Les Européens n'exploitent aucune mine, d'après l'exposé de la situation du Togo que M. Dorsenne publie dans l'*Economiste français*.

Les plantations forestières en essences utiles étaient une des préoccupations des Allemands : 2.000 hectares avaient été plantés.

La région du nord, très riche en voies de communication, chemins de fer et routes, comprend des forêts et des plantations de cotonnier.

La portion du Togo qui revient à la France comprend 150.000 km² avec 125.000 habitants. Dans la zone française se trouvent les mines de fer de Banjeli dont les indigènes retirent 500 à 700 tonnes:

L'élevage est une des ressources du Togo quoique sous une échelle restreinte.

Le Togo importe des machines, du riz, du sucre. Il exporte : cacao, dattes, huile de palme, coton, caoutchouc.

L. R.

Statistique

La richesse du sous-sol chinois. — Le ministre du Commerce et de l'Agriculture de Chine, chargé du service des mines, vient de publier le tableau suivant relatif à la valeur des minerais et minéraux extraits du sol chinois pour la période 1914-1920.

Charbon :	62.320.000 dollars	Antimoine :	17.440.000 dollars
Or :	3.802.000 —	Etain :	12.240 000 —
Argent :	38.000 —	Tungstène :	26.000.000 —
Fer :	15.620.000 —	Graphite :	1.444.000 —
Cdivre :	1.342.000 —	Jade :	123.000 —
Plomb :	1.177.000 —	Amiante :	62.000 —
Zinc :	2.314.000 —	Pétrole :	8.400 —
Manganèse :	510.000 —		

Dp.

Variétés

Contribution à l'étude des phénomènes du pendule des sourciers. — Soit un corps métallique tel que cuivre, or, etc., placé sur une table ou même enfoui dans le sol ou enfermé dans une boîte en bois.

Soit d'autre part un expérimentateur tenant par sa main droite, entre le pouce et l'index, le coude au corps, un pendule formé d'une petite masse métallique suspendue à un fil fin.

Si l'expérimentateur étend sa main gauche de façon à la placer sur la verticale passant par le corps métallique considéré, le pendule se met à osciller à la condition que l'expérimentateur satisfasse à un état physiologique particulier.

Les oscillations du pendule s'effectuent suivant un plan vertical si le corps métallique est filiforme et ce plan est parallèle à l'orientation du corps. Elles décrivent, au contraire, un cône, si le corps métallique se présente en un bloc sensiblement cubique ou sphérique.

Le mouvement oscillatoire part de zéro, atteint un maximum puis revient à zéro pour se répéter indéfiniment suivant le même rythme.

Le nombre d'oscillations effectué par le pendule avant son retour à zéro varie suivant la nature du corps métallique et aussi suivant la sensibilité de l'observateur. De légers écarts s'observent d'ailleurs pour un même observateur suivant les heures de la journée. Il convient donc de n'attribuer qu'une valeur relative aux nombres d'oscillations constatés.

Le tableau ci-dessous donne quelques résultats d'observations personnelles.

Corps observés	Nombre d'oscillations
Nickel	115
Cuivre	174
Argent	210
Or	214
Acier	100
Fer	106
Houille, anthracite	62
Eau	186
Platine	307

Le temps de démarrage du pendule, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui sépare le moment où le sujet place sa main gauche sur la verticale passant par le corps considéré et le moment où le pendule entre en action paraît être fonction d'une constante K liée à la sensibilité du sujet et d'une variable dépendant de la distance qui sépare la main gauche du corps considéré. Dès lors, pour un corps déterminé, il est possible, par l'interprétation judicieuse d'expériences systématiques, d'établir une formule permettant de fixer, avec quelque précision, la profondeur à laquelle ce corps est placé au-dessous de la main de l'observateur.

Lorsque le pendule décrit ses oscillations dans un même plan vertical ce plan, nous l'avons indiqué précédemment, est toujours orienté vers le corps considéré; si, au cours de l'expérience, on vient à changer le corps de place, le plan d'oscillation prend une nouvelle direction.

Lorsqu'au contraire les oscillations décrivent les génératrices d'un cône dont le sommet est le pouce droit de l'observateur, elles se meuvent dans le sens des aiguilles d'une montre lorsque la masse métallique du pendule est à une altitude supérieure à celle de la main gauche de l'observateur ; elles se meuvent au contraire dans le sens *inverse* des aiguilles d'une montre quand la

main gauche est placée plus haut que le disque du pendule. Enfin aucune oscillation ne se manifeste quand le disque du pendule et la main gauche de l'observateur sont placés au même niveau. Le pendule reste d'ailleurs immobile, également, si son disque est disposé soit au-dessus soit au-dessous de la main gauche et sur la même verticale que celle-ci. Il est à remarquer que le pendule n'entre en action qu'à la condition que la main gauche de l'observateur soit placée *très exactement* sur la verticale du corps considéré.

Il semble que la plupart des corps peuvent être utilisés pour constituer le disque du pendule. De même la plupart des corps métalliques, sauf cependant le plomb et le zinc, semblent provoquer, dans les conditions susindiquées, les oscillations du pendule. Il en est de même de l'eau, de certains liquides, des cavités sèches existant dans le sous-sol, du charbon. Tous ces corps se distinguent entre eux par le nombre et l'amplitude des oscillations provoquées. Toutefois, le nombre des oscillations ne peut être admis comme un critérium absolu, attendu que des corps très différents provoquent un nombre égal d'oscillations.

Nos recherches nous ont conduit à constater que si on interpose entre la main gauche de l'opérateur et le corps observé divers écrans composés d'une substance déterminée on observe que, suivant la composition de l'écran, les phénomènes d'oscillation du pendule provoqués par certains corps sont radicalement supprimés. C'est ainsi que tel écran arrête les oscillations que provoquait une masse de cuivre, par exemple, et est sans action sur celles provoquées par l'or ou le charbon.

Cette observation capitale permet donc, moyennant l'emploi judicieux d'écrans appropriés d'opérer une sorte de *filtrage* rendant possible la spécification précise de la nature des corps cachés à la vue mais qui révèlent leur présence par des oscillations pendulaires.

Dans le tableau ci-après nous indiquons quelques résultats d'observations personnelles touchant l'emploi de divers écrans successivement intercalés entre la main gauche et les corps considérés.

Numéros des écrans	Arrête les oscillations provoquées par :	Laisse filtrer les oscillations provoquées par :
1	Or Acier Cuivre Nickel Houille Fer	Eau
2	Eau Argent Cuivre Houille Nickel	Or Acier Fer
3	Nickel Eau Fer Argent	Cuivre Houille Acier Or
4	Nickel Acier Houille Eau	Cuivre Or Argent Fer
5	Houille Or Nickel Eau	Argent Acier Cuivre Fer

Quelle est la cause de ces phénomènes intéressants qui ne peuvent être décelés que par certains sujets, en état physiologique spécial ? Il semble bien établi que ces phénomènes sont en relation avec l'organisme humain ; ils ne peuvent pas, en effet, être décelés par n'importe quel expérimentateur et leur intensité varie beaucoup d'un sujet à l'autre.

Entre la main gauche de l'opérateur et le corps observé, il existe sans doute une influence spéciale que l'intercalation d'écrans appropriés permet de mettre en évidence. Un rayonnement particulier se produit-il, ayant pour effet d'influencer l'opérateur ? L'inversion que l'on peut observer dans le sens des oscillations cônoïdes paraît être due à l'influence de l'organisme ; d'autre part, il n'est pas possible de nier l'influence du corps considéré. Les corps émettent sans doute un rayonnement qui influence spécialement certains organismes doués d'une sensibilité particulière. Ceux-ci subissent alors des mouvements inconscients qui suffisent pour ébranler le pendule.

On a émis l'hypothèse que les oscillations du pendule seraient dues uniquement à la volonté de l'opérateur, et résulteraient ainsi d'un phénomène d'auto-suggestion. Cette hypothèse paraît devoir être écartée. Cependant les expériences, assez nombreuses, que nous avons poursuivies ont mis en évidence des effets qui doivent être attribués à la volonté de l'opérateur. Certaines conditions doivent être satisfaites :

1° Malgré un effort intense de la volonté pour provoquer le démarrage du pendule, celui-ci demeure inerte s'il n'existe pas de corps capable de déterminer la production d'oscillations ;

2° Par un effort de volonté, les oscillations du pendule mis en mouvement sous l'action d'un corps peuvent être arrêtées. L'opérateur peut même modifier le sens des oscillations.

L'influence des corps (métaux, liquides, etc.) se manifestera toujours à la condition que l'opérateur demeure passif, c'est-à-dire qu'il s'abstienne de tout effort de volonté tendant à contrarier l'action du pendule.

Il y a donc possibilité pour des expérimentateurs qualifiés de résoudre par l'interprétation des phénomènes qui viennent d'être rappelés d'intéressants problèmes touchant la nature et l'emplacement dans le sous-sol des divers minéraux, filets d'eau, diaclases sèches, etc. Il est aisé pareillement de distinguer les eaux d'origines différentes par la simple comparaison des oscillations accusées par le pendule dont la sensibilité est extrême.

Tous ces phénomènes connus depuis fort longtemps, pratiqués et interprétés avec plus ou moins de discernement par les « Sourciers » et considérés par certains comme manifestations de charlatans semblent maintenant envisagés par les savants avec l'attention qu'ils méritent. Aussi faut-il souhaiter que des études systématiques dirigées spécialement dans les voies de la physique et de la physiologie parviennent à résoudre cette curieuse énigme. A chacun d'apporter, en vue de cet objet, la part d'observations personnelles qu'il peut juger intéressantes : c'est ce dernier objectif qui nous a dicté la présente communication.

BERTRAND SAINT-PAUL.
Ingénieur de la Ville de Paris.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie industrielle

Les procédés de fixation de l'Azote et la Société des Ingénieurs Civils. — L'étude des procédés de fixation de l'Azote avait pris une grande importance pendant la guerre dans les divers pays alliés et en Allemagne De nombreux laboratoires travaillaient les problèmes qui se présentaient autour des diverses méthodes industrielles et à la fin des hostilités trois d'entre elles avaient reçu la sanction d'un long fonctionnement de production : la méthode de l'arc, la méthode à la cyanamide, la méthode Haber. A des titres différents, elles assuraient, en même temps que les nitrates chiliens, l'approvisionnement des usines de guerre en produits azotés. Elles fournissaient plus qu'un appoint car l'importation des nitrates était souvent très difficile, quelquefois impossible.

Mais, ces trois méthodes, tant par les matières premières mises en jeu que par les quantités d'énergie utilisées sont totalement différentes en principe. A la troisième est venue s'ajouter la méthode préconisée par M. G. Claude. Les industriels qui, soucieux d'assurer l'indépendance du ravitaillement de notre pays en engrais azotés, se sont préoccupés du prix de revient dans ces quatre procédés ont rencontré d'assez sérieuses difficultés de documentation en cherchant à répondre à la question : « Quel est, de ces quatre procédés, celui qui fournit la tonne d'Azote fixé, immédiatement utilisable comme engrais, au prix le plus faible ? »

Cependant, au cours des quatre années qui vont bientôt s'écouler depuis l'armistice, les difficultés économiques ont pesé sur les divers usines, les perfectionnements entrevus ou ébauchés au temps de la fabrication hâtive de guerre ont pû être essayés et réalisés, nos services techniques ont pû contrôler l'usine d'Oppau, sur la rive gauche du Rhin, et s'y instruire sur le procédé Haber; enfin, le procédé Claude a pu quitter le laboratoire et entrer dans la réalisation industrielle.

La Société des Ingénieurs Civils a donc particulièrement bien choisi son moment en conviant quatre des spécialistes les plus qualifiés à exposer à ses membres l'état actuel de chacun des procédés, les résultats obtenus, les espérances réalisables. Dans deux séances récentes, ces techniciens ont longuement précisé leurs vues devant le public éclairé de la Société, assemblé en foule.

Au cours d'une troisième séance, la discussion s'ouvrira. Elle ne peut manquer d'être très instructive si on en juge par la conviction et quelquefois l'âpreté dont ont fait preuve les quatre conférenciers pour démontrer, chacun pour son compte, que son procédé est décidément le meilleur !

Avec M. Gros qui a perfectionné la fabrication synthétique du peroxyde d'Azote par le procédé de l'Arc, nous apercevons cette suggestion nouvelle que ce peroxyde, facilement liquéfiable, peut remplacer dans presque toutes ses applications l'acide nitrique lui-même. Nous voyons que le rendement amélioré du procédé de l'arc, la facile mise en marche de l'usine font de sa synthèse le procédé idéal pour utiliser même dans de petites usines les résidus d'énergie électrique, les « pointes » des heures de moindre consommation dans des fours qui s'allument et s'éteignent comme des lampes.

Sous le charme d'une démonstration aussi séduisante, ce ne fut pas sans appréhension que les auditeurs virent arriver M. Patart, Inspecteur général des Poudres, qui assumait la charge d'exposer les résultats obtenus à la « Badische Anilin und Soda Fabrik » par le procédé Haber.

L'explosion récente de l'Usine titanesque d'Oppau a trop défrayé la chronique pour que les plus étrangers à la question de l'Azote n'aient pas au moins l'idée de l'immensité des moyens mis en œuvre par les Allemands dans cette usine où ils fabriquent l'ammoniaque par synthèse et où ils en dérivent tous les composés azotés. M. Patart a présenté une série de projections qui précisent l'ordre de grandeur impressionnant des installations nécessaires dans le procédé Haber. Puis passant à la question vraiment intéressante, et comme M. Gros l'avait d'ailleurs fait avant lui, il a versé au débat des tableaux très étudiés des prix de revient. Grâce à eux il démontre que le problème de synthèse de l'ammoniaque est surtout un problème d'obtention d'hydrogène à bon marché et que dans de grandes installations bien placées pour recevoir la matière première essentielle : le charbon, on peut, par le procédé Haber, avoir l'Azote utilisable au meilleur prx.

Quinze jours plus tard, dans la deuxième séance, M. G. Claude a pris la parole. Depuis deux ans, ce remarquable savant a beaucoup parlé, a beaucoup publié sur son procédé de synthèse de l'ammoniaque utilisant la compression du mélange gazeux à la pression énorme de 900 atmosphères. Sa voix d'abord voilée s'est bien vite éclaircie dans un exposé des considérations techniques puis est devenue vibrante quand, suivant une tournure d'esprit qui montre bien son audace coutumière, il a prophétisé les développements possibles de la synthèse de l'ammoniaque en liaison avec la grande industrie chimique et l'industrie métallurgique. Il a montré qu'il avait voulu, savant français, faire mieux que les Allemands. Il s'est défendu d'être un « démarqueur d'Haber en expliquant que personne avant lui n' « avait imaginé », de dépasser de si loin la pression déjà élevée de 200 atmosphères, en exposant comment il a vaincu des difficultés que les Allemands n'ont pas rencontrées (1).

La projection des vues de l'installation qui fournira de 5 à 10 tonnes d'ammonique par jour à l'Usine de la Grande-Paroisse fait comprendre combien l'appareillage Claude est moins encombrant que celui d'Haber, qu'il est par suite moins coûteux, qu'il réclame moins de main-d'œuvre, moins de chimistes spécialisés, malgré un rendement quatre fois plus important. Enfin c'est surtout par la manière dont il a attaqué le problème de l'hydrogène en obtenant ce gaz par liquéfaction et rectification du gaz de four à coke que M. G. Claude a fait avancer la question. Il a été aidé dans cette voie, d'ailleurs, par ses anciennes études sur l'air liquide.

De son exposé, moins riche cependant en précisions de prix de revient, découle en tous cas la possibilité d'installation plus facile du procédé français. Son prix de revient semble comparable à celui du procédé Haber quand il est obtenu dans de petites installations et il doit devenir plus avantageux dans de puissantes

(1) *Revue Scientifique*, 11 février 1922, p. 91.

installations. Il apparaît bien que c'est le triomphe de l'élégance française sur la lourdeur germanique.

Enfin, M. Garaix avait la tâche difficile à la fois de succéder à M. G. Claude et de montrer la Cyanamide calcique comme le produit azoté le plus économique : Historique de la fabrication et son état actuel dans le monde, description des usines allemandes, transformations de la cyanamide, telles sont les questions qui ont été étudiées. M. Garaix a pu lui aussi fournir de nombreux prix de revient et montrer que des perfectionnements récents les ont abaissés très notablement depuis plusieurs années. Ainsi, d'après lui, la fabrication de la cyanamide pourrait encore être rémunératrice.

Il ne reste plus maintenant qu'à attendre les discussions de ces quatre experts. Mais l'auditeur averti qui avait sa conviction faite quant à la supériorité de tel ou tel procédé, sera sorti quelque peu ébranlé. Dans le choc de l'exposé oral, des argumentations prenant appui sur des prix de base variables de la tonne de charbon ou du kilowatt-heure, il n'aura retenu que des idées générales qui lui étaient sans doute familières et surtout des précisions nouvelles qui compléteront sa documentation. Il affermira sa conviction en écoutant la discussion ou en y prenant part, puis en étudiant et confrontant les textes des conférences quand ils seront publiés.

Quant à l'auditeur non averti, il s'étonnera que trois sur quatre des procédés correspondent actuellement à des usines placées dans tous les pays industriels du monde, usines qui produisent et écoulent leur fabrication. Il s'étonnera que les Allemands, riches de leurs usines Haber, transportent en Allemagne leur importante usine de cyanamide maintenant située en Haute-Silésie polonaise. Il se dira que pour que ces trois procédés coexistent il faut que chacun présente quelque avantage. Il pensera que le choix de l'un d'eux doit se faire d'après des considérations complexes des prix de revient des matières premières ou de l'énergie, d'après les possibilités d'écoulement du produit fabriqué.

On peut donc regretter qu'un cinquième expert ne soit pas venu arbitrer en quelque sorte le différent en indiquant d'une façon précise le champ d'action possible de chaque procédé. La discussion nous amènera peut-être cet arbitre.

Il n'en reste pas moins que la tentative de la Société des Ingénieurs Civils aura eu l'avantage de fournir, en France, au public éclairé des techniciens, une vue actuelle de l'Industrie de l'Azote et une base particulièrement sérieuse de documentation sur ces problèmes si importants à la fois pour le temps de paix et pour le temps de guerre. R. G.

Génie civil

Une nouvelle usine hydroélectrique. *L'usine Drac-Romanche à Pont-de-Claix (Isère).* — Cette nouvelle installation fournit une puissance d'environ 13.000 chevaux. Elle utilise les eaux du Drac après le confluent de la Romanche, ce qui permet de profiter d'une certaine régularisation de débit : le régime torrentiel du Drac et le régime glaciaire de la Romanche se compensant dans une mesure très appréciable.

Le barrage de prise est établi pour un débit de 80 m³. Un canal de dérivation de 750 m. seulement de longueur amène l'eau dans une conduite forcée de 1.450 m., construite en béton armé, de section circulaire et dont le diamètre atteint 6 m. C'est la plus grosse conduite en béton armé qui ait été faite dans le monde, remarque M. P. Duerest, dans la description qu'il vient de donner dans *La Houille Blanche* (nov.-déc. 1921). A l'aval, cette conduite amène l'eau dans un réservoir à ciel ouvert formant à la fois cheminée d'équilibre et chambre de distribution aux turbines. La hauteur totale de chute utilisée est de 15 à 17 m. 50, mais avec des débits pouvant atteindre 90 m³ à la seconde, il eût été imprudent, sinon impossible, de soumettre cette masse d'eau à des variations de vitesse dans la conduite en béton armé.

La disposition adoptée est la suivante : la conduite en béton armé se termine par un tronçon dont la courbure et la section ont été savamment calculées et chargé d'élever l'eau d'environ 8 m. pour la déverser dans une bâche en béton armé qui s'étend au-dessus des turbines sur 50 m. de longueur et 18 de largeur. De cette bâche, l'eau est distribuée aux 6 turbines par autant de vannes et de conduits convenablement calculés. Cette bâche a une profondeur faible et les surélévations de niveau qui se produisent lorsqu'on ferme les vannes alimentant les turbines, ont pour effet de faire déverser l'eau dans une sorte de gorge qui borde le réservoir et conduit l'eau directement dans le canal de fuite.

L'équipement mécanique de l'usine comprend actuellement 5 turbines de 3.000 HP, 300 tours, 17 m. de chute, construites par les ateliers Neyret-Belier et Piccard-Pictet. (Turbines Francis doubles à axe horizontal) et dont le rendement atteint jusqu'à 84 %. Ces turbines actionnent chacune un alternateur de 2.800 KVA sous 5.500 volts, 50 périodes, dont le rendement atteint jusqu'à 96,5 % (pleine charge et cos. φ. = 1) ; ces alternateurs ont été construits par les Ateliers de Constructions Electriques de Lyon et du Dauphiné.

L'ensemble de l'ouvrage paraît avoir exigé des travaux considérables, mais la position de l'usine, à proximité des industries qui utilisent le courant, a par contre évité la construction d'une longue ligne à très haute tension et des accessoires correspondants. L'exécution a été rapide et fait, comme la conception originale, le plus grand honneur à ceux qui l'ont menée à bien. L. R.

Mines

Les gisements chinois de Tungstène. — La Chine paraît, actuellement, posséder les gisements de tungstène les plus riches du monde. D'après le dernier *Bulletin of the Imperial institut*, la première exploitation remonte seulement à 1914. En 1917, la production atteint plus de 9.350 tonnes anglaises d'un concentré très riche (60 % en moyenne de WO^3). Légèrement en baisse après la guerre, elle a atteint encore, en 1920, plus de 6.000 tonnes anglaises.

Les principaux gisements du tungstène se trouvent dans la partie méridionale de la Chine, sur une très grande étendue, dans les provinces de Hunan, du Kiang-Si, du Kouang-Tun, etc. Le minerai fondamental est le wolfram, tungstate double de fer et de manganèse $(Mn,Fe)WO^4$, associé généralement à la Cassitérite et à la molybdénite, et, plus rarement, au bismuth, à la magnétite et à des pyrites plus ou moins arsenicales. On le rencontre en gîtes éluviaux et alluviaux, et en gîtes filoniens (à gangue quartzeuse), recoupant des roches granulitiques ou gneissiques.

Ces derniers sont quelquefois d'une épaisseur très minime ; cependant, dans la région de Hong-Kong, de Kuku, du Kuang-Si méridional, les filonnets sont bien

plus puissants (18 pouces anglais) et très nombreux. Les gisements sont généralement entre les mains de particuliers, mais quelques mines appartiennent à des sociétés et le minerai est extrait sur la base d'une redevance. Le concentré est souvent préparé à la main. Des concentrations ultérieures n'ont souvent lieu qu'à l'usine. La quantité d'oxyde de fer varie de 10 à 15 %, celle d'oxyde de manganèse de 8,4 à 11,1 %.

Les hauts-fourneaux de Hankéou ont produit un peu de ferro-tungstène en 1918 ; ils existe à Dalny une fonderie spéciale.

Des prospections en cours permettent d'évaluer la quantité de Wolfram en Chine à un minimum de 100.000 tonnes ; ce pays deviendra donc un concurrent de plus en plus sérieux dans l'industrie et la production du tungstène. Dr.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Daniel Berthelot a été élu membre du Conseil de la fondation Loutreuil, en remplacement du regretté Jordan.

— Dans la séance du 22 mai, l'Académie a rendu hommage à l'un de ses membres, le professeur Laveran, de l'Institut Pasteur, décédé le 18 mai, à l'âge de 77 ans. La découverte de l'hématozoaire du paludisme (1880) suffirait à elle seule à immortaliser le nom de Laveran.

En 1899, il était élu à l'Académie des Sciences et en 1907 le prix Nobel des sciences médicales lui était attribué.

Office international d'hygiène publique. — Le Comité d'Hygiène de la Société des Nations vient de se réunir à Paris, sous la présidence du docteur Madsen ; les délégués français sont les professeurs Calmette et Léon Bernard. M. P. Strauss, ministre de l'hygiène, est venu saluer les délégués étrangers. Dans un discours applaudi, il a mis en relief ce qu'on peut attendre de la solidarité internationale.

Coopération intellectuelle internationale. — Cette question, examinée à Genève, a fait l'objet du rapport de M. Léon Bourgeois au Conseil de la Société des Nations. Une commission a été nommée, elle comprend douze membres : M. Banergee (université de Calcutta), M. Henri Bergson (Collège de France), Mlle Bonnevie (université de Christiania), M. de Castro (universités de Rio-de-Janeiro), Mme Curie (université de Paris et de Varsovie), M. J. Destrée (académie royale de Belgique), M. Einstein (université de Berlin), M. G.-A. Murray (université d'Oxford), M. de Reynold (université de Berne), M. Ruffini (université de Turin), M. de Torre-Suèvedo (université de Madrid), M. X (Etats-Unis).

Trois questions sont mises à l'étude :

I. Possibilité d'encourager et de perfectionner l'organisation internationale des recherches scientifiques par des congrès, des commissions et des instituts ;

II. Etude des relations internationales entre les universités et moyens d'organiser un Bureau international des universités et peut-être aussi une Université internationale ;

III. Organisation internationale de la bibliographie scientifique et de l'échange des publications scientifiques.

Observatoire du Cap. — L'observatoire d'Uccle (Bruxelles) (bureau central des télégrammes astronomiques) a reçu la nouvelle de la découverte, le 17 mai, d'une comète par M. Skjellerup, à l'observatoire du Cap.

Prix Barès de 1922. — Nous avons annoncé la généreuse donation d'une rente annuelle de 15.000 fr. faite par M. Jean Barès pour l'attribution de prix annuels aux « inventeurs français » pères d'au moins trois enfants. La direction des inventions chargée de désigner les bénéficiaires a attribué :

10.000 fr. à M. Maurice Leblanc, père de huit enfants, dont les inventions sont très connues, et qui fut choisi en première ligne par l'Académie des Sciences, lors de la création de la nouvelle section des *Applications de la Science* (1918) ;

2.500 fr. à M. Marcel Chrétien, père de trois enfants : photographie en avion ;

1.500 fr. à M. Léon Devillers, père de quatre enfants : utilisation des algues ;

1.000 fr. à M. Léon Chassy, père de cinq enfants, employé de chemin de fer, inventeur de freins.

Les candidatures pour les prix de 1923 peuvent être présentées jusqu'au 31 décembre à la Direction des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, 1, avenue du Maréchal-Galliéni, à Bellevue (Seine-et-Oise).

Congrès des applications de l'électricité. — L'Association des Anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble tiendra un Congrès à l'Exposition Coloniale de Marseille le 17 juin, sous la présidence d'honneur de MM. Leblanc, Blondel, le général Ferrié, membres de l'Académie des Sciences, de M. Mommerqué, inspecteur général de l'Energie Electrique, du président des Chambres syndicales des Forces Hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique. Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut de Grenoble ou à M. Prestat, 27, rue Saint-Jacques, à Marseille.

Centenaire de la thèse de Bayle (1822-1922). — La thèse sur la paralysie générale, aujourd'hui centenaire, sera commémorée le 30 mai, à 9 heures, à la Faculté de Médecine, sous la présidence de M. Strauss ; puis, à 14 h. 30, à la Société Médicopsychologique ; enfin, le 31 mai, matin et soir, à l'Asile Ste-Anne. Les adhésions sont reçues par le Docteur Raymond Mallet, 284, boulevard St-Germain, Paris.

Congrès de la culture des plantes médicinales. — Le 18 juin, s'ouvrira à Bourges, le Deuxième Congrès de la Culture des Plantes Médicinales avec visites des cultures organisées par la Compagnie des chemins de fer Paris-Orléans et la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

Ingénieurs et Chimistes des poudres. — Des concours seront ouverts :

Le 23 octobre, pour le recrutement d'un ingénieur de première classe ;

Le 20 novembre, pour dix places d'agents chimistes ;

Le 6 novembre, pour deux places d'élèves ingénieurs.

Gala de la téléphonie sans fil, au Trocadéro. — Le 25 mai, le Radio-Club avait organisé une fête présidée par M. Rio, sous-secrétaire d'Etat à la Marine. On y présentait, pour la première fois, les expériences de transmission d'écriture et d'images de l'inventeur Edouard Belin par la station franco-américaine de la Croix d'Hinx (Bordeaux).

La radio-téléphonie (orchestre et chant) entre ainsi dans le domaine des applications destinées au grand public. M. Givelet a fait un exposé des progrès les plus récents réalisés dans cette voie. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. *Faculté des Sciences.* — Soutenances de thèses. Pour le doctorat ès-sciences naturelles.

— 1er juin. — M. Depape : « Recherches sur la flore pliocène de la vallée du Rhône ».

— Pour le diplôme d'études, le 29 mai, M. Dupouy : « Recherches expérimentales sur la viscosité des huiles. »

Association générale des Etudiants. — Cette association, donnant une nouvelle preuve de sa puissance et de sa vitalité, publie un nouvel organe scientifique mensuel, *Le Bulletin Scientifique des Etudiants de Paris*, dont le premier numéro vient de paraître. Signalons, dans ce numéro, la conférence de M. Paul Lecomte, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, intitulée : « L'Exploitation des Mines et la Civilisation » et l'article très documenté sur l'observatoire national de Paris : « Un Temple de la Science » qui jette un cri d'alarme sur le péril que fait courir, au bon renom de la Science française, le maintien, à Paris, de l'observatoire national.

Bourses Ramsay. — Une bourse de recherches de chimie pure et appliquée, de 100 livres sterling, plus 5.000 francs d'argent français, doit être attribuée à un français, tous les ans, à la condition que celui-ci entreprenne des recherches dans un laboratoire du Royaume-Uni ou de l'un de ses Dominions, laboratoire qui devra être agréé par le Comité français.

Pour tous renseignements, s'adresser au Secrétariat de l'Université.

Faculté de Médecine. — Les deux chaires (pharmacologie et matières médicales) et (clinique obstétricale) sont déclarées vacantes (*Journal Officiel*, 14 mai).

Collège de France. — La fonction de préparateur de phonétique expérimentale sera remplie désormais par un chargé de cours.

Ecole du service de santé militaire du Val de Grâce. — Le 29 mai, sous la présidence de M. Millerand, président de la République, aura lieu l'inauguration des plaques commémoratives portant les noms des anciens élèves morts pendant la guerre, et mises en place par les soins de la Société des élèves et anciens élèves du Val-de-Grâce.

Ecole des Ponts et Chaussées. — M. Pigeaud, inspecteur général des Ponts-et-Chaussées, est nommé sous-directeur.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Par decret (*Journal Officiel*, 18 mai), les licenciés pourvus des quatre certificats supérieurs de calcul différentiel et intégral, mécanique rationnelle, physique générale et chimie générale, seront admis à l'Ecole directement en seconde année.

Ecole de Médecine et de Pharmacie. — Pour la nomination d'un suppléant des chaires d'anatomie et de physiologie, à l'Ecole de Reims, un concours sera ouvert à la Faculté de Nancy, le 15 novembre 1922.

— Le directeur de l'Ecole de Rennes est autorisé à accepter la donation de 500 fr. de rente qui a été effectuée par les pharmaciens d'Ille-et-Vilaine, pour la fondation de prix annuels.

Institut industriel du Nord. — Un concours aura lieu à l'Institut de Lille pour l'attribution de bourses d'Etat, le 27 juillet prochain. S'adresser au directeur, 17, rue Jeanne-d'Arc, Lille.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 1er mai 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Mittag-Leffler.* **Le théorème de Cauchy sur l'intégrale d'une fonction entre les limites imaginaires.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E.-O. Lovett* (prés. par M. Hadamard). **Généralisation d'un problème de Sophus Lie dans la géométrie des transformations de contact.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Jean Chazy* (prés. par M. P. Painlevé). **Sur les vérifications astronomiques de la théorie de la relativité.**

— *J. Haussét* (prés. par M. P. Painlevé). **Les lois de Képler et les orbites relativistes.**

— *P. Painlevé.* **Remarques sur les deux Communications précédentes.**

— *P. Fatou* (prés. par M. E. Goursat). **Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Paul Dienes* (prés. par M. Hadamard). **Sur la connexion du champ tensoriel.**

MÉCANIQUE. — *Gustave Guillemin.* **Sur l'équilibre des talus en terre cohérente.**

— *Paul Painlevé.* **La théorie classique et la théorie einsteinienne de la gravitation.**

Dans cette note, qu'il importerait de donner en entier, l'auteur précise les corrélations et les divergences qui existent entre la théorie classique et la théorie einsteinienne de la gravitation.

CINÉMATIQUE. — *Auguste Séguin* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur une machine à multiplier.**

Soit un produit de deux facteurs :

$$a.b.c \times a'.b'.c'$$

On forme les combinaisons suivantes :

$$(1)\ \begin{cases} c.b.a \\ a'.b'.c' \end{cases} \quad (2)\ \begin{cases} c.b.a \\ a'.b'.c' \end{cases} \quad (3)\ \begin{cases} c.b.a \\ a'.b'.c' \end{cases}$$

$$(4)\ \begin{cases} c.b.a \\ a'.b'.c' \end{cases} \quad (5)\ \begin{cases} c.b.a \\ a'.b'.c'. \end{cases}$$

Dans la ligne supérieure l'ordre des facteurs est inversé. En passant d'une accolade à la suivante, on fait glisser d'un chiffre chaque combinaison. La machine réalise les termes

$$a \times a' ; b \times a' + a \times b' ; c \times a' + b \times b' + a \times c' ; c \times b' + b \times c' ; c \times c'$$

qui sont obtenus en additionnant les produits des chiffres des deux facteurs qui se trouvent verticalement en regard. Chacun de ces termes représente à son rang un terme du produit, et l'ensemble de ces termes représente le produit définitif après report des dizaines, s'il y a lieu, d'un terme à l'autre.

La machine réalise automatiquement ces opérations.

CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* **Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.**

Le doublet sinusoïdal et le doublet symétrique ont des avantages différents : le premier favorise l'atténuation de la perturbation d'inertie due à un spiral unique ; le second se prête à une détermination expérimentale pratique de l'effet d'inertie qui jusqu'ici n'a pas encore été évalué expérimentalement. Les deux types de chronomètres sont moins coûteux que les horloges élastiques à 8 spiraux et présentent un intérêt à la fois scientifique et industriel.

ELECTRO-OPTIQUE. *St. Procopiu* (prés. par M. Brillouin). **Sur un effet électro et magnéto-optique des liquides qui tiennent des poudres métalliques en suspension.**

Les liquides renfermant des poudres fines métalli-

ques en suspension présentent une biréfringence négative et les particules deviennent brillantes sous l'action d'un champ électrique ou magnétique ; la biréfringence et la luminosité ne disparaissent que quelques minutes après la suppression du champ, excepté pour les liquides contenant de la poudre de mercure, dont la biréfringence et la luminosité disparaissent presque instantanément.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Royer* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur l'inversion du pouvoir rotatoire dans les liquides anisotropes.**

La cinnamylate de cholestérine fond à 156° et donne un liquide qui reste anisotrope jusqu'à 198°. Il possède alors le pouvoir rotatoire qui, gauche pour les faibles longueurs d'ondes, devient droit pour les longueurs plus grandes ; la longueur d'onde pour laquelle se produit l'inversion varie avec la température ; elle se déplace vers les grandes quand la température décroît ; la longueur d'onde de la couleur réfléchie varie dans le même sens que la longueur d'onde d'inversion ; il est possible que ces longueurs d'onde soient identiques. R. DONGIER.

CHIMIE ORGANIQUE. — *E. Blaise* et *Mlle Montagne* (prés. par M. Haller). **Action du chlorure de thionyle sur les acides alcools α.**

Avec l'acide glycolique, on obtient deux corps : 1° le chlorure du chlorosulfite glycolique Cl-SO-O-CH²-CO Cl bouillant à 78°-82°, dans un vide de 16 m/m ; 2° le chlorure chloracétylglycolique CH²-Cl-CO-O-CH²-CO Cl bouillant à 99°-101° sous la même pression.

Le premier donne avec l'aniline le sulfite de l'anilide glycolique.

— *E. Grandmougin* (prés. par M. Béhal). **Sur les quindolines.**

On sait que l'indoline de Schutzenberger est devenue la quindoline résultant de l'association des noyaux indolique et quinoléique. L'auteur étudie le mécanisme de sa formation avec les amines aromatiques et l'indigo, ce qui donne les indigos diarylimidés et conduit à la quindoline.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *C. Deguide* et *P. Baud* (prés. par M. Lindet). **Nouveau procédé de fabrication industrielle de la baryte pour le traitement des mélasses de sucrerie.**

On prépare, par chauffage à 1300° au four rotatif, un silicate tribarytique avec 6 de carbonate de baryte et 1 de galets de mer broyés. L'attaque des parois des fours n'a plus lieu. Le silicate, broyé et tamisé, est traité par l'eau bouillante. L'hydrolyse donne la baryte à un prix qui permet, à la sucraterie par la baryte, de reprendre un nouvel essor. Les mélasses traitées par la baryte donnent à chaud le sucrate insoluble de Peligot que l'on sépare au filtre-presse. Le sucrate, traité par le gaz carbonique, régénère le carbonate de baryte ; le sucre dissous, libéré de la potasse et des impuretés, peut cristalliser.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L. Semichon* (prés. par M. Lindet). **Sur la composition des vins de lie et des lies de vin.**

Après les vins décantés, on a les vins de lies ; comme le montre l'auteur, ceux-ci ont perdu de l'alcool et de l'acide tartrique, par suite de fermentations diverses. Un passage au filtre-presse donnerait un vin non altéré. Alors qu'un vin de Lezignan titrait 10°5 d'alcool et 5 gr. de crème de tartre par litre, son vin de lie n'avait plus que 8°9 avec 2 gr. 4 de crème de tartre ; par contre, la proportion d'acide phosphorique avait quadruplé. A. RIGAUT.

BOTANIQUE. — *Paul Vuillemin.* **Relations entre les chlamydospores et les boucles mycéliennes.**

L'auteur attire l'attention sur les chlamydospores qui offrent avec les boucles les mêmes relations que les asques et les basides. Ce fait, qu'il a constaté depuis longtemps chez les *Nyctalis*, il l'a retrouvé chez une espèce du genre *Bornetina*, espèce nouvelle qu'il nomme *Bornetina aurea*. Comme dans le *Bornetina Corium* on rencontre également des boucles renflées à membrane affermie ; ce genre réunit donc les Champignons pourvus de chlamydospores sur des hyphes munies de boucles, chez lesquels on ne connaît pas d'organes homologues des basides ou des asques.

— *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). **Sur la ramification dichotome dans les cotylidons.**

De ses observations sur la Mercuriale, le Radis et l'*Eschscholtzia californica*, l'auteur conclut que l'existence, habituelle ou anormale, d'une ramification terminale dichotome des limbes cotylédonaires, ou seulement de leur nervure médiane, peut être regardée comme un trait d'organisation ancestrale et qui mérite d'entrer en ligne de compte dans l'étude des rapports phylogéniques des Plantes à graines entre elles. Il faudra sans doute aussi faire intervenir ce caractère pour interpréter le cotylédon des Monocotylédones, ainsi que M. Bugnon a déjà eu l'occasion de l'indiquer à propos des Graminées.

GÉOLOGIE. — *H. Joly* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la présence d'écailles ou de lambeaux de charriage dans la Chaîne Celtibérique** (*provinces de Saragosse, Logrono et Soria, Espagne*).

Le phénomène de charriage, signalé précédemment par l'auteur comme existant aux environs de Montalban, n'est pas un fait isolé ; il se présente en divers points répartis sur toute la longueur de la Chaîne Celtibérique, aux environs de Torres, de Purroy et dans la région d'Ezcaray.

— *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). **Sur la constitution géologique du territoire des Hauts Plateaux et de Figuig (Maroc oriental).**

Tout le pays des Hauts Plateaux est cénomanien ; toute la région plissée qui le borde au Sud est paléozoïque, triasique et jurassique ; les plis de cette dernière région affectent la disposition en éventail et sont orientés d'W en E.

— *H. Lagotala* (transm. par M. Ch. Depéret). **La chronologie du Quaternaire et les fouilles de Cotencher.**

Dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît difficile, d'après l'auteur, d'admettre un âge préwürmien pour la couche à galets de la grotte de Cotencher (Val de la Reuse, Neuchâtel, Suisse). M. Lagotala pense que ce sont là des éléments morainiques, provenant d'un glacier local individualisé qui s'est développé au moment où le glacier du Rhône, après l'oscillation de Laufen, progressait à nouveau et arrivait dans la région de Genève sans venir s'emboîter dans les dépôts morainiques würmiens du lac de Neuchâtel.

PALÉONTOLOGIE. — *G. Corroy* (prés. par M. Pierre Termier). **Les Reptiles néocomiens et albiens du Bassin de Paris.**

Dans le Bassin de Paris, après l'abondance extraordinaire des Reptiles en genres et en espèces au Jurassique, on assiste à la décadence de ces formes devenues en général très puissantes. Les Plésiosaures sont encore ceux qui persistent le mieux, tandis qu'on touche à l'extinction du groupe des Ichthyosaures. Les Crocodiliens ont perdu la place prépondérante

qu'ils occupaient à l'époque précédente et les Dinosauriens, si bien représentés encore au Wealdien, s'acheminent vers la disparition.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). **Embryogénie des Rosacées. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le *Geum urbanum L.***

L'auteur montre comment évoluent, jusqu'à différenciation des parties les plus essentielles de l'embryon, les quatre étages, *q*, *m*, *n* et *n'* que l'on peut distinguer dans le proembryon octocellulaire. L'étage supérieur *q* donne naissance à la partie cotylée, l'étage *m* à la partie hypocotylée ; aux dépens de *n* se développent une hypophyse comparable à celle que l'on observe chez le *Capsella Bursa-pastoris* et quelques éléments du suspenseur ; aux dépens de *n'* se constituent les autres éléments du suspenseur. Il est intéressant de remarquer que les deux étages supérieurs, *q* et *m* ont des destinées absolument identiques chez le *Geum urbanum*, le *Senecio vulgaris* et l'*Urtica pilulifera*.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy. **Le rôle de l'alcalinité de l'eau de mer dans les fécondations hétérogènes.**

L'alcalinité a un rôle important dans la pénétration du spermatozoïde, et c'est là une explication des variations dans l'activation de l'œuf.

Dans l'eau de mer normale, le spermatozoïde étranger ne pénètre pas, et lorsqu'il y a activation elle se produit par simple contact. En revanche, entre 1.40 et 1.50 % de NaOH, le spermatozoïde pénètre, la tête se gonfle ; mais néanmoins le pronucleus mâle reste petit en comparaison du pronucleus femelle. A 1.65 % de NaOH, le spermatozoïde ne pénètre plus, et il n'y a pas d'attraction sexuelle.

Après l'emploi des alcalis, le développement du pronucleus mâle est arrêté ; l'activation se fait, mais il n'y a pas d'amphimixie. Comme dans la parthénogenèse expérimentale, une deuxième opération est donc nécessaire pour activer le spermatozoïde étranger et permettre la copulation des noyaux.

— *W. R. Thompson* (prés. par M. Paul Marchal). **Théorie de l'action des parasites entomophages. Les formules mathématiques du parasitisme cyclique.**

L'étude du rôle des parasites entomophages ne peut atteindre, d'après l'auteur, l'état d'une science exacte, sans prendre pour base une représentation mathématique des événements considérés, cette représentation pouvant seule nous donner une idée précise du caractère essentiel du cycle parasitaire dans des conditions déterminées. L'auteur expose les formules mathématiques du cycle en considérant les quatre facteurs fondamentaux qui entrent en jeu : le monde initial d'hôtes au début de l'époque considérée, le nombre des parasites à cette même époque, la puissance reproductrice de l'hôte et la puissance reproductrice du parasite.

ZOOLOGIE. — *L. Mercier* et *Raymond Poisson* (prés. par M. F. Mesnil). **Une Haplosporidie, *Haplosporidium Caullery*i nov. sp , parasite de *Nereilepas fucata* Sav.**

L'étude de coupes de *Nereilepas* infectés a permis aux auteurs d'étudier quelques-unes des phases du cycle évolutif d'une nouvelle espèce du genre *Haplosporidium* à laquelle ils donnent le nom d'*H. Caulleryi*.

H. Caulleryi se différencie nettement par sa spore des quatre *Haplosporidium* parasites de Polychètes connus jusqu'à ce jour. En effet, cette spore ne présente pas les appendices caractéristiques de celle d'*H. heterocirri* C. et M. ; elle est nettement plus volumineuse et de forme différente de celles d'*H. scolopli* C. et M. (10$^{\mu}$ sur 6$^{\mu}$), d'*H. Marchouxi* C. et M. (10$^{\mu}$ à 12$^{\mu}$ sur 6$^{\mu}$ à 7$^{\mu}$) et d'*H. potamil'ae* C. et M. (12$^{\mu}$ sur 6$^{\mu}$ à 8$^{\mu}$).

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 8 mai 1922

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *C. Guichard.* **Sur les lignes asymptotiques des surfaces. Etude d'un cas particulier.**

ALGÈBRE. — *Paul Montel.* **Sur un nouveau théorème d'Algèbre.**

MÉCANIQUE. — *J. Sudria* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur une démonstration et la généralisation du théorème de Menabrea.**

HYDRODYNAMIQUE. — *D. Riabouchinski* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur quelques cas de mouvements plans des fluides autour de solides avec tourbillons.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. De Donder.* **Champ électromagnétique compatible avec le champ gravifique correspondant.**

— *Louis Roy* (transm. par M. E. Cosserat). **Sur l'Electrodynamique des milieux homogènes et isotropes en repos.**

MINÉRALOGIE. — *Alfred Schoep.* **Sur la becquerélite, nouveau minéral radioactif.**

Ce minéral se trouve dans la croûte cristalline qui entoure certains morceaux de pechblende provenant de la mine de Kasolo (Congo belge). Il est de couleur jaune, contient 86,51 pour 100 de UO^3 et 5 pour 100 de PbO ; il est cristallisé dans le système rhombique. Sa radioactivité diffère peu de celle de la pechblende.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* **Distribution du calcaire dans les globisédiments profonds.**

Ces globisédiments ont été récoltés par le Prince de Monaco dans la région volcanique des Açores, des Canaries et des îles du Cap-Vert, à des profondeurs comprises entre 611 mètres et 6.035 mètres. Leurs compositions ne sont pas essentiellement différentes ; ce sont celles des dépouilles des globigérines vivant dans les eaux tout à fait superficielles sus-jacentes. Ce qui témoigne du peu de mouvement des eaux profondes.

— *Gabriel Bertrand, Freundler* et *M^{lle} Ménager* (prés. par M. A. Béhal). **Sur les variations de composition chimique de l'eau de mer et l'évaluation de la salivité.**

Cette étude a porté sur l'ensemble des halogènes et sur le calcium et le magnésium ; on a laissé de côté le sodium dont le dosage est incertain avec les connaissances actuelles. On a observé de notables différences entre les échantillons recueillis dans l'Atlantique et dans la Méditerranée. Les eaux de mer ne présentent donc pas une composition chimique constante, ainsi qu'on l'admet d'habitude en Océanographie.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Bigot* (prés. par M. A. Haller). **Kaolins, argiles, bauxites, etc. Perte au feu et porosité.**

La perte au feu, du Kaolin des Eyzies est de 1,5 p. % avant 200° ; elle atteint 5 p. % à 600° ; à cette température la perte devient 15 p. % au bout d'un certain temps. L'eau de combinaison disparaît entre 300° et 600° pour toutes les argiles. La cuisson fait disparaître la porosité, quand la pâte est *céramisée*, ce qui se produit à 1500° pour le Kaolin des Eyzies. Cuit à 750°, celui-ci possède une porosité maxima de 30 p. %. Avec la bauxite, la porosité après la cuisson a la même température, devient égale à 42 p. %, alors qu'elle n'était que de 25 p. % avant cuisson.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller* et *M^{me} Ramart.* **Déshydratation du methyl-2-phényl-2 propanol-1 et du diméthyl-2-2 phényl-3 propanol-1.**

Ces alcools se déshydratent avec des transpositions

moléculaires, sans apparition de chaînes triméthyléniques différentes. Le premier alcool donne en effet

$$C^6H^5CH = C\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}$$

ou encore

$$C^6H^5.C\begin{cases}CH^3\\CH - CH^3\end{cases}$$

— *Palfray* (prés. par M. A. Haller). **Ethers homocamphoriques neutres et leurs produits de réduction.**

L'homocamphorate de diéthyle donne un mélange de glycol homocamphorique et d'éther-alcool. Les séparations sont plus commodes avec l'homocamphorate mixte d'éthyle et de phényle.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *J. Froidevaux* (prés. par M. Lindet). **Sur le dosage de l'azote ammoniacal dans les matières organiques azotées, et particulièrement dans les matières protéiques et leurs produits de dédoublement.**

Même en déplaçant, par un courant d'air, l'ammoniaque, mise en liberté à froid par l'action de la soude à 60 %, les matières protéiques sont très légèrement attaquées comme le montrent les courbes obtenues correspondant à 30 heures de contact. On voit qu'après 8 heures, la première partie de la courbe correspond à NH^3 ; ensuite, se trouve une partie mixte et enfin la portion obtenue après 12 heures est relative à l'azote organique.

A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *A. Gruvel* (prés. par M. L. Mangin). **De l'origine fluviale de la baie du Lévrier.**

Dans une magnifique collection de Mollusques recueillis dans le fond de la baie de l'Archimède, l'auteur a eu la bonne fortune de rencontrer quelques échantillons sub-fossiles de *Potamides fuscatus* L., qui est, par excellence, avec une forme voisine, *Potamides radula* L., une forme d'estuaires africains. Le doute n'est donc plus possible et la baie du Lévrier est bien l'ancien estuaire d'un grand fleuve, tout comme, certainement, la baie du Rio de Oro.

— *Paul Thiéry* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la limite du Bathonien et du Bajocien en Lorraine.**

On doit seulement faire commencer le Bathonien avec les Caillasses à *Anabacia porpites*, *Parkinsonia Wurttembergica*, etc., qui constituent le Bathonien inférieur (zone à *Oppelia fusca*).

Quant au Bathonien supérieur (zone à *Oppelia aspidoïdes*), il comprend des calcaires blancs oolithiques (Dalle d'Etain) à *Perisphinctas subbackeriæ*, *procerus*, *Lyonsia peregrina*, etc., qui passent latéralement aux marnes et ovoïdes à *Lyonsia peregrina* de la région de Toul. La base de cette zone est constituée par des marnes noires ou grises avec lits de calcaires terreux ou de calcaires ferrugineux renfermant : *Perisphinctes proccrus*, *Sphaeroceras Ymir*, *Ostrea lotharingica*, etc...

— *J.-B. Charcot* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur les températures à différentes profondeurs de la fosse du Cap-Breton.**

L'auteur fait connaître les températures qui ont été prises par le *Pourquoi-Pas?*, en juin 1913, puis en juillet 1914, en suivant une technique rigoureuse, avec le même thermomètre à renversement Richter, contrôlé et étalonné. Ces observations permettent d'affirmer que les anomalies de température, 12° à 30 m. et 29° à 200 m. qui ont fait dire à M. Dubalen que la fosse du Cap-Breton était le prolongement de la faille à eaux chaudes de Dax, provenaient vraisemblablement de l'emploi de thermomètres défectueux, ou d'une méthode insuffisamment précise.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Mlle Yvonne Boisse de Black* (prés. par M. Emile Haug). **Le Würmien dans les hautes vallées de la Cère et du Goul (Cantal).**

Le dernier glaciaire de la vallée de la Cère s'intercale stratigraphiquement entre les alluvions à silex chelléo-acheuléens de la terrasse du Bousquet, qu'il ravine, et les alluvions à faune du Renne, qui le recouvrent. C'est là, dit l'auteur, un fait d'une netteté absolue et du plus haut intérêt. Il est en concordance complète avec la chronologie de M. Boule, qui rattache au Moustérien la dernière glaciation de l'Europe occidentale.

PALÉONTOLOGIE. — *Lucien Mayet* (transm. par M. Ch. Depéret). **La faune Villafranchienne des Sables de Chagny (Saône-et-Loire).**

Il paraît difficile à l'auteur d'admettre l'opinion récemment exprimée par Mlle Yvonne Boisse de Black, qui regarde la faune de Perrier comme étant une faune de passage du Plaisancien à l'Astien et celle de Chagny, comme une faune de passage de l'Astien au Silicien. Selon lui, ces deux faunes sont contemporaines. Elles caractérisent l'une et l'autre des alluvions sensiblement de même âge et qui appartiennent au Villafranchien.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Stoklasa* (prés. par M. L. Maquenne). **Influence du sélénium sur l'évolution végétale, en présence ou en l'absence de radioactivité.**

L'émanation du radium exerce une action des plus avantageuses sur la synthèse végétale. Sous l'influence de la lumière, le sélénium absorbé par la plante y est ramené à l'état de corps rouges de nature colloïdale ; la cellule vivante, à la lumière et particulièrement sous l'influence de la radioactivité, possède donc la faculté de réduire et par conséquent de rendre inoffensives les combinaisons solubles du sélénium.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *F. Lecomte du Noüy* (prés. par M. Ch. Richet). **Sur l'équilibre superficiel du sérum et de certaines solutions colloïdales.**

Lorsqu'on ajoute à du sérum une petite quantité d'oléate, de glycocholate ou de taurocholate de soude, en poudre ou en solution, la tension superficielle s'abaisse brusquement, mais, en quelques minutes, la tension initiale est rétablie, et souvent momentanément dépassée.

Ce phénomène, transporté dans l'organisme, devient un phénomène de défense, lorsque, dans la jaunisse, d'importantes quantités de glycocholate et de taurocholate de soude sont répandues dans le sang. Une hémolyse fatale se produirait si la tension n'était pas rétablie rapidement par cette action antagoniste des particules colloïdales.

PSYCHOLGGIE. — *P. Béhague* et *J. Beyne* (prés. par M. Ch. Richet). **Etude des temps de réactions psycho-motrices tactiles chez l'homme normal.**

La mesure des réactions psycho-motrices exige un déterminisme expérimental rigoureux, rendant comparables entre elles les expériences effectuées par des observateurs différents ; en particulier, les excitations de contact provoquent des réactions de durées nettement différentes.

Les valeurs physiologiques des temps de réactions oscillent non point de part et d'autre d'une moyenne, mais dans une zone un peu plus étendue que ne le ferait croire la notion de « temps moyen » ; et dans cette zone certaines valeurs moins fréquentes semblent néanmoins physiologiques.

Les valeurs des temps de réaction chez un même sujet sont moins fixes que ne l'ont admis certains auteurs et présentent des évolutions légères à l'intérieur de la zone physiologique, suivant les jours et les heures ; de ce fait, les réactions psycho-motrices rentrent dans la loi générale des fonctions biologiques.

ZOOLOGIE. — *Louis Roule* (prés. par M. Bouvier). **Sur l'ontogenèse des Poissons Scombriformes appartenant à la famille des *Luvaridès*.**

Chez les *Luvaridés*, les jeunes individus commencent par ressembler, non pas à leurs reproducteurs adultes, mais aux représentants d'autres familles de Scombriformes, les *Coryphénidés* en premier lieu, puis les *Lamprididés* et les *Stromatéidés*. Ensuite, la métamorphose qui leur donne progressivement l'aspect définitif est de durée fort longue, car ses principales étapes ont lieu, non pas chez l'alevin de première jeunesse, mais chez des êtres assez avancés dans leur développement pour qu'on ait pu les considérer comme formant un genre distinct dans une autre famille que la leur.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Ladreyt* (prés. par M. Ch. Richet). **Sur l'histogenèse des épithéliomas baso-cellulaires.**

L'auteur croit pouvoir considérer l'épithélioma baso-cellulaire comme un des types néoplasiques le plus habituel des cancers pilo-glandulaires.

A côté des types néoplasiques épithéliaux et conjonctif, se différencient, *dans l'hypoderme périkystique*, des masses adipeuses dont l'ensemble présente tous les caractères d'un fibro-lipome.

MICROBIOLOGIE. — *Harry Plotz* (prés. par M. Roux). **Contribution à l'étude de la culture *in vitro* du virus de la vaccine.**

Chez le lapin inoculé avec de la pulpe vaccinale, sur une grande étendue de la peau, on constate, au bout de quelque temps, la présence du virus dans le cerveau. La propagation du virus ne pouvant s'effectuer que par la voie sanguine, l'auteur a essayé de le cultiver, en prenant comme point de départ le sérum du lapin inoculé.

Bien que les lésions obtenues avec les cultures diffèrent un peu par leur aspect de celles que donne l'inoculation de la pulpe vaccinale, M. Harry Plotz estime qu'il a affaire, quand même, à la culture du virus, pour les deux raisons suivantes :

1° Les animaux ayant reçu de la culture au niveau de la peau ou de la cornée sont vaccinés vis-à-vis du virus de la pulpe vaccinale ;

2° Le sérum des lapins injectés avec de la culture donne une réaction de fixation positive en présence de l'antigène préparé avec de la pulpe vaccinale.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction à l'étude des fonctions elliptiques, à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences, par Pierre Humbert, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. In-8° de 38 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

La théorie des fonctions elliptiques a fait l'objet de nombreux et d'excellents exposés. Toutefois ceux-ci sont en général assez copieux et peu abordables pour nos étudiants, vu le temps restreint dont ils disposent. Il est cependant désirable de les initier aux idées fondamentales d'une théorie, qui montre mieux que toute autre la fécondité des méthodes de l'Analyse moderne. C'est le but que M. Pierre Humbert s'est proposé, et qu'il a parfaitement atteint, en écrivant cet opuscule.

Ayant rappelé les théorèmes fondamentaux sur les fonctions de variables complexes et entre autres, la proposition relative à l'existence et aux points singuliers des solutions d'une équation différentielle, l'auteur aborde franchement le problème de l'inversion d'une intégrale elliptique, et il établit que la fonction obtenue par cette opération est méromorphe dans tout le plan ; puis il en démontre la double périodicité. L'existence de fonctions méromorphes et doublement périodiques étant un fait acquis, il est alors intéressant d'en entreprendre une étude systématique : l'auteur passe en revue les propriétés de ces fonctions, puis donne le moyen de les exprimer à l'aide des fonctions de Weierstrass.

Les fonctions elliptiques sont importantes par l'étendue du champ de leurs applications. Elles le sont aussi parce que leur étude suggère à l'esprit des généralisations : dans cet ordre d'idées a pris naissance la théorie des fonctions automorphes. Une note qui termine l'ouvrage en mentionne un exemple simple.

Nous ne saurions trop conseiller aux étudiants la lecture de ce livre, où les idées fondamentales sont mises en parfaite lumière, et où ils trouveront, harmonieusement ordonnés, les matériaux d'un chapitre admirable de l'Analyse. G. Bouligand.

Géométrie perspective, par E. Emanaud. In-16 de 440 pages avec 168 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

La perspective est malheureusement trop délaissée par ceux qui disposent d'une culture mathématique solide, et par contre, ceux qui doivent la pratiquer sont trop rarement familiarisés avec le raisonnement géométrique pour donner aux connaissances qu'ils ont acquises dans cette branche, une base véritablement scientifique. Le livre de M. Emanaud nous semble réunir les qualités nécessaires pour rendre agréable aux purs mathématiciens l'étude spéculative de la perspective et en même temps pour mettre à la portée du dessinateur, les relations géométriques immuables qui existent entre un objet et toutes ses représentations possibles. Ces relations ont été dégagées dans les premiers chapitres et appliquées ensuite à des exemples, choisis de manière à offrir une très grande variété. Une mention a été faite aux instruments dits perspecteurs. Une bibliographie détaillée permettra au lecteur d'augmenter ses connaissances sur chaque sujet spécial. G. Bouligand.

Théorie cinétique des gaz, par Eugène Bloch. In-12 de 188 pages, (Collection Armand Colin), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Le public scientifique a beaucoup souffert de l'absence de tout traité moderne en français sur la Théorie cinétique des gaz. Nous nous sommes fait ici-même l'écho de ses plaintes, et les raisons d'urgence que nous faisions valoir à ce moment n'ont rien perdu de leur acuité. Il faut croire que ces raisons répondaient au sentiment public, puisque la Collection Armand Colin a eu l'heureuse inspiration de publier, parmi les premiers volumes de sa série Physique, la Théorie ciné-

tique des gaz de M. Eugène Bloch. Nous la félicitons du choix de ce sujet, et plus encore du choix du collaborateur auquel elle l'a confié.

La théorie cinétique des gaz, dont l'intérêt est loin d'être épuisé par les multiples applications qui en ont été faites à la Thermodynamique et à la Physique moléculaire, prend aujourd'hui une importance nouvelle dans bien d'autres domaines. Elle fournit le type des raisonnements et des calculs qui doivent être employés dans toutes les branches de la Mécanique statistique, et l'on peut dire que dans l'état actuel de nos connaissances il n'y a pas de théorie importante en Physique qui ne s'appuye sur une base statistique. Depuis les travaux d'Einstein et de Bohr il n'est pas jusqu'au mécanisme de la radiation spectrale qui ne relève des considérations de probabilité et ne doive se traiter par les méthodes de la théorie cinétique. A *fortiori* en est-il ainsi de la théorie moléculaire des solides, de la théorie électronique des métaux, de la thermodynamique et de la mécanique des réseaux cristallins. C'est dire que la Théorie cinétique des gaz s'est étendue jusqu'à devenir une Théorie statistique de la matière.

Aucun esprit soucieux de suivre l'évolution de la Science ne peut donc se désintéresser aujourd'hui des principes de la théorie cinétique des gaz. Ces principes ne font malheureusement l'objet d'aucun enseignement public, et à cet égard le livre de M. Eugène Bloch comble une lacune qu'il appartenait à nos Facultés des Sciences de ne pas laisser se former. Disons tout de suite que le dessein poursuivi a été réalisé de main de maître, le livre que nous présentons aujourd'hui au public répond entièrement à l'attente qu'on pouvait s'en faire.

Fidèle à l'esprit de la Collection dont il fait partie, cet ouvrage a cherché essentiellement à être simple, clair et précis. Sous ces mots nous ne désignons pas des qualités superficielles destinées à masquer une vulgarisation facile. Nous voulons dire au contraire que M. Eugène Bloch, par un travail de synthèse vraiment approfondi, est arrivé à présenter au lecteur l'essentiel des choses en débarrassant son exposé de tout échafaudage superflu. Un pareil résultat ne peut s'obtenir que si l'auteur domine son sujet d'assez haut pour ne mettre en valeur que les grandes lignes. Tel est, semble-t-il, le cas de M. Eugène Bloch, qui, parmi les physiciens français de la jeune école, est celui qui s'est tenu le plus étroitement au courant des travaux modernes et difficiles de Chapman, d'Enskog, de Jeans, de Knudsen, etc... Grâce à cette érudition théorique de bon aloi, M. Eugène Bloch peut épargner aux autres le travail d'assimilation qu'il a dû s'infliger lui-même, tout en faisant profiter le lecteur, par quelques allusions rapides, des vues nouvelles et précises auxquelles conduit le calcul. Nous estimons qu'il a rendu de la sorte un service inestimable au public français.

Il nous reste à indiquer dans quel ordre les principaux sujets ont été abordés par l'auteur. Après un premier chapitre sur la loi de distribution des vitesses et les gaz parfaits, il passe à l'étude des gaz réels, à l'équation d'état de van der Waals et à la théorie du viriel. Puis s'introduit la notion du libre parcours moyen, avec ses applications à la viscosité, à la conductibilité thermique, à la diffusion. Les théorèmes généraux de la mécanique, l'entropie et la probabilité, font l'objet d'un chapitre particulièrement clair et serré. Comme application des théories générales, on traite successivement les chaleurs spécifiques des solides (avec intervention des quanta), le mouvement brownien et les fluctuations, les phénomènes mécaniques et spectraux dans les gaz très raréfiés. Dans un dernier chapitre sont rassemblées les valeurs numériques, actuellement les plus probables, des constantes moléculaires, avec des Tableaux particulièrement utiles et bien dressés. Trois Notes mathématiques et une Bibliographie excellentes terminent ce petit ouvrage, d'une lecture attachante et facile.

Nous nous en remettons entièrement au lecteur pour l'appréciation à porter sur cet ouvrage, nous le devancerons à peine en déclarant qu'il s'agit d'un travail remarquable par sa clarté, son caractère approfondi et original. Personnellement, nous n'ajouterons qu'un vœu, c'est celui que ce petit Précis de Théorie cinétique des gaz puisse être suivi d'un Traité plus volumineux et plus complet. L'auteur du présent volume serait certainement très indiqué pour cette œuvre de plus haute envergure. L. B.

Les Ingénieurs et la guerre. La mobilisation technique et scientifique, par Albert Rang, docteur ès sciences, membre du Comité de l'Union des Ingénieurs français. Préface de J.-L. Breton, membre de l'Institut. In-12 de 164 pages. Chiron, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

L'importance économique du rôle des ingénieurs est de date récente. A l'énergie chimique élémentaire se sont ajoutées l'énergie mécanique de certains phénomènes naturels, l'énergie chimique des combustibles ; par suite l'appareillage nécessitant l'exploitation de ces formes d'énergie a été perfectionné. De là l'extension et l'importance actuelle du rôle des ingénieurs. Les fondateurs de l'assemblée des ingénieurs électriciens ont pu revendiquer pour leur profession d'avoir changé la face du monde. S'il n'y avait pas l'existence d'une collectivité d'ingénieurs, c'est que la fonction se détachait mal des éléments de la production, qu'elle était accolée à celle du patron ayant un rôle subordonné. Mais la guerre l'a mise en singulier relief en assignant aux produits de leur labeur une destination meurtrière. Ingénieurs et savants peuvent aussi avoir une action positive, efficace pour la paix. Ils rendront la guerre tellement effroyable que les nations hésiteront peut-être à tenter l'aventure. L'organisation militaire reposant sur leur concours, l'idée d'un syndicat d'ingénieurs est née et aussitôt se sont formés trois syndicats : ingénieurs électriciens, ingénieurs chimistes, ingénieurs mécaniciens. Devant eux s'est posée la question de la réforme militaire qui a été étudiée ensuite par une commission intersyndicale et par le Comité de l'Union des Ingénieurs. Ce sont les discussions de ces groupements que l'auteur analyse.

Un principe sur lequel on tombe d'accord est, qu'avec les masses armées d'aujourd'hui, une bataille perdue compte peu. Il faut avoir de son côté la supériorité morale, terrifier l'ennemi. La guerre de retranchement nécessite un tir juste, précis, en se dissimulant. En 1914, notre outillage optique était médiocre. La fabrication mensuelle passa de 1.500 jumelles au début, à 4.500 en 1915, à 13.000 en 1918. Les services géographiques utilisèrent plus de 10.000 spécialistes pour la cartographie et le répérage par le son. De là progrès sérieux dans l'emploi de l'artillerie. De 3.840 pièces de 75 et 300 d'artillerie lourde, on arrive à 5.000 et 5.000. L'intensité de la production des munitions est parallèle. Le plan de mobilisation de 1914

envisageait la production journalière de 13.600 obus pour 75, 465 pour 155, 2.600.000 cartouches d'infanterie. Au courant de 1917, ces chiffres passaient respectivement à 300.000, 52.000 et 33.000, pour les 120 ; en 1918, 7.000.000 de cartouches. Il a fallu transporter rapidement ces canons par chemin de fer, autos, construire des chars d'assaut dont le rôle a été actif. Mais l'artillerie ne voit pas. D'où la souveraineté de l'aviation, qui, malgré les cris d'alarme, était en situation précaire au début de la guerre. La vitesse, la force ascensionnelle ont été rapidement accrues. De 1914 à 1918, la France a construit 5.000 avions et 90.000 moteurs. La chimie a révélé des prodiges : chimie d'agression avec ses gaz meurtriers, chimie de protection; elle a eu la part prépondérante dans la victoire des savants et des ingénieurs. Encore une fois cette guerre a mis en évidence la faculté de création scientifique et industrielle du Français marchant de pair avec la solidité de ses vertus guerrières. Le pourcentage des pertes a baissé de 2,95° en 1914 à 0,46 en 1917 et 0,35 en 1918.

Le dédoublement des armées d'une nation s'impose désormais : armée d'organisation et armée d'élaboration. Il y avait, en 1914, 10 % de mobilisés à l'intérieur ou à l'usine ; 30 % en 1918. Chaque homme mobilisable doit rendre le maximum de services et, pour ce, être spécialisé. Il y aura donc une mobilisation professionnelle avec le principe de l'utilité du mobilisé, égalité devant le danger sans conteste, mais comportant obligation de servir à la place qui lui est assignée et est la plus utile, étant données ses aptitudes intellectuelles et techniques. Dès lors, la question se pose devant le Parlement d'organiser une armée de techniciens répandus dans un corps d'officiers brevetés techniques et un corps d'ingénieurs de la défense nationale. Par le concours, on élargira le cadre de ces ingénieurs existant actuellement, spécialisés dans leurs fonctions, chimistes, électriciens, mécaniciens, métallurgistes, mais avec des cadres plastiques pouvant s'adapter en temps de guerre aux organisations des laboratoires, usines, ateliers et chantiers du temps de paix. Il convient par suite d'établir le statut de l'ingénieur en brisant le cadre bureautocratique désuet et vivace. Qu'on ne voie plus désormais un chimiste, titulaire du prix Nobel, avoir pour secrétaire un adjudant qui lui est hiérarchiquement supérieur. D'où nécessité absolue d'établir un plan de mobilisation technique et scientifique prévoyant l'emploi de ces ingénieurs, réglementant le matériel et les établissements. Un Conseil supérieur de la mobilisation technique et scientifique permettra la liaison entre l'arrière d'une part, la science et l'industrie de l'autre, pour établir et contrôler la mobilisation technique et scientifique. C'est le point délicat et primordial ; la dernière guerre a laissé bien des suspicions à ce sujet, il faudra un système de contrôle dont la compétence, la sincérité et la rigueur soient indiscutables.

Cet ouvrage, destiné au grand public, est écrit d'un style sobre et clair, bien documenté, avec le haut souci de la solution pratique des problèmes utiles qu'il pose. M. J.-L. Breton, ancien sous secrétaire d'Etat aux inventions, signale, dans la préface, cette précieuse collaboration à l'étude de notre organisation militaire et de la défense nationale.

Louis Batcave.

Le Pôle Sud. *Histoire des voyages antarctiques* par J. Rouch. In-16 de 249 pages avec 88 gravures et 14 cartes. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr.

Le capitaine de Corvette Rouch était d'autant mieux désigné pour publier un historique de la conquête du Pôle Sud qu'à ses qualités d'écrivain, il joint une connaissance exacte des régions antarctiques qu'il a lui-même parcourues, non en amateur, mais en marin doublé d'un technicien.

En lisant son livre on se sent pris, comme il l'a été lui-même, de la nostalgie des déserts de glace. M. Rouch ne serait-il pas un peu poète ? Un poète qui n'a pas vécu de fictions et de rêveries stériles, mais de réalités dont son esprit est demeuré frappé à la vue des grandioses et terrifiants phénomènes de la Nature.

« Une des impressions les plus durables, dit-il, que m'a laissée l'Expédition antarctique du Dr Charcot fut notre adieu aux glaces. » Et il nous laisse entrevoir, lorsque disparaît à l'horizon le dernier iceberg, toutes les pensées qui agitent son âme à la vue des derniers glaçons lui rappelant tant de fatigues, d'espoirs, d'angoisses et de joies. Les chefs avaient su communiquer leur foi, leur enthousiasme, à leurs subordonnés, « compagnons des luttes journalières contre les éléments : « Est-ce possible, me dit le maître d'équipage Jabet, que jamais, jamais plus, nous ne revenions dans l'antarctique !..... »

M. Rouch a retracé l'histoire de la conquête des régions antarctiques dans le secteur de l'Amérique et celui, d'accès si difficile, de l'Océan indien, depuis les tentatives faites par les premiers navigateurs Dirck Gherritz, en 1600, (secteur américain) et Bouvet, en 1738, (secteur de l'Océan indien).

Il décrit les explorations de ces hardis marins et de leurs dignes successeurs, en mettant en relief les buts scientifiques, constamment et uniquement poursuivis. Les lecteurs sceptiques seront enfin convaincus que les périlleux voyages effectués dans ces régions et qui ont coûté la vie à tant d'explorateurs n'ont pas, comme certains le croient encore, l'appât d'une vaine gloriole, mais qu'ils sont au contraire indispensables pour élucider un certain nombre des grands problèmes relatifs à la géographie physique et à la météorologie : la détermination de la forme du globe, les lois du magnétisme terrestre, les grands mouvements de l'atmosphère, l'étude des marées et celle des glaciers. Les géologues et les biologistes ont eux-mêmes beaucoup à apprendre dans l'exploration des régions polaires.

M. Rouch nous expose au prix de quelles souffrances, souvent de quelles tortures, se fait cette conquête scientifique.

Comment lirait-on sans émotion le récit du drame qui se déroula au Pôle Sud du 21 au 29 mars 1922 ; la mort de Scott et de ses compagnons ? Le 21 mars, à quelques heures du dépôt de vivres, qui pour eux serait le salut, la tempête les immobilise ; ils sont dès lors condamnés à mort : « l'agonie commence, l'agonie lente et désespérée, dont nul ne viendra faire le récit. »

Le 23 mars, Wilson et Bowers meurent, laissant Scott seul, pour leur fermer les yeux. Malgré son épuisement, il leur rend les derniers devoirs, boucle leur lit-sac, et, à son tour attend la mort. Mais, pendant les six jours que va durer son agonie, il aura le courage de tenir son Journal et, au moment de mourir, de « recommander à la Nation britannique sa femme et son enfant, la femme et les enfants de ses compagnons. ».

Le 29 mars, « au milieu de sa tente, son Journal sous sa tête, le sac d'échantillons géologiques à côté de lui, ce sac pesant, qu'à aucun moment, même au milieu

des pires calamités, ces vaillants n'ont songé à abandonner », le 29 mars il meurt !

M. Rouch, en publiant l'*Histoire des voyages antarctiques*, rend aux sciences géographiques un grand service parce qu'il souligne ainsi, d'une façon remarquable, l'importance primordiale que possèdent les explorations polaires. L. FRANCHET.

L'Albanie et les Albanais, par Jacques BOURCART. In-12 de 264 pages avec 19 photographies et 1 carte hors texte en couleurs. Bossard, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Le petit Etat d'Albanie est trop peu connu. Il a été occupé par les troupes françaises pendant la grande guerre; celles-ci avaient commencé la mise en valeur du pays et guidé ses premiers pas vers la civilisation. M. Bourcart, qui faisait partie du corps d'occupation, a étudié cette région au point de vue géologique et une prochaine thèse de doctorat contiendra les résultats techniques de ces recherches.

Le petit livre actuel a surtout pour objet de faire connaître l'Albanie, telle qu'elle est, avec ses grandeurs et ses misères.

Le développement de l'Albanie est essentiellement subordonné à une bonne organisation administrative et à un grand programme de travaux publics, dont la réalisation devrait être confiée à des dirigeants avisés et à des techniciens éprouvés, ceux-ci pouvant être choisis parmi les membres de la colonie albanaise d'Amérique.

M. Bourcart pense qu'une Albanie viable et prospère est nécessaire à la paix des Balkans. Ayant eu l'occasion, il y a quelques années, d'envisager la même question, sous un point de vue opposé, lors d'un voyage en Serbie, je crois avec lui qu'il serait déplorable que l'Albanie fût absorbée soit par le royaume des Serbes, Croates et Slovènes, soit par la Grèce, et pis encore, qu'elle fût divisée entre eux.

Si ce petit livre, en popularisant l'Albanie en France, pouvait contribuer en si peu que ce soit à lui assurer son indépendance, il aurait rendu un grand service à la cause de la Paix Générale. Paul LEMOINE

Les Gisements de Pétrole, par Jean CHAUTARD. In-16 de 330 pages avec 42 figures. (*Encyclopédie Scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Il manquait dans la littérature française un livre concis et moderne, résumant les données et les idées récentes sur le pétrole. Cette lacune vient d'être comblée par l'ouvrage de M. Chautard qui inaugure la Bibliothèque de Géologie et de Minéralogie, publiée sous la Direction de M. le Professeur Cayeux. Il est présenté au public par M. Louis Mrazec, l'éminent spécialiste roumain du Pétrole. De tels patronages ne vont qu'aux bons livres, et celui de M. Chautard est excellent. Il sera sur la table de tous ceux qui s'intéressent au pétrole.

Ce volume est, en effet, extrêmement documenté. On y trouve d'abord les données relatives aux propriétés chimiques et physiques du pétrole, gaz et bitumes.

Le chapitre sur l'origine des pétroles résume bien les diverses hypothèses admises ; M. Jean Chautard ne cache guère sa préférence pour l'hypothèse de l'origine organique des pétroles, il est effectif, qu'il y a toute une série d'arguments en sa faveur. En particulier tous les grands gisements pétrolifères connus, sont au voisinage de rivages océaniques, dans des zones où se sont manifestées des transgressions et régressions intermittentes. Au surplus, je ne crois qu'aucun géologue puisse concevoir une autre hypothèse et M. Jean Chantard a peut-être manifesté trop de modestie en ne défendant pas plus fortement une manière de voir qui est la sienne et à laquelle il a apporté tant de contributions.

Un autre problème se pose à propos du pétrole, c'est celui de sa mise en gisement.

Certains terrains renferment les *Roches Mères* de pétrole ,généralement bitumeuses et probablement relativement peu riches, toujours mal connues.

Sous des influences diverses (inégalités de répartition des pressions dues aux mouvements de l'écorce, tension propre des pétroles, modifications dans la température), les pétroles ont *émigré* dans des *Roches Réservoirs* (Sables, grès, calcaires caverneux dolomitiques) ; là, ils s'accumulent, passent par *Migration* de leurs premiers gisements à des gisements secondaires, etc... Dans l'un ou l'autre de ces gisements ils se conservent à condition d'être protégés par les *Roches Couvertures ;* celles-ci les emprisonnent et les protègent du contact de l'air ; les pétroles emmagasinés dans les roches réservoirs s'y répartissent généralement en une série de niveaux, dans chacun desquels on trouve typiquement du gaz, du pétrole, de l'eau salée.

On se rend compte ainsi très facilement pourquoi le pétrole est relativement rare ; un grand nombre de gisements ont été détruits naturellement, beaucoup d'autres ont été gaspillés par l'exploitation.

La distribution géologique et géographique des pétroles tient une grande place dans l'ouvrage ; elle y est, cependant, trop succincte et l'auteur y a réalisé un tour de force en faisant tenir en une centaine de pages une documentation aussi considérable. Dans la 2e édition, que je crois prochaine, cet exposé devrait faire l'objet d'un volume spécial.

Un important chapitre sur la recherche des gisements et quelques mots sur l'exploitation du pétrole donnent à ce travail un caractère essentiellement pratique.

Enfin, les grands problèmes économiques soulevés par la question du pétrole ne laissent pas M. Chautard indifférent, et il les résume fort bien dans un chapitre final.

Il nous y montre la supériorité de l'Amérique qui pourrait disposer de 550 litres de pétrole par habitant, tandis qu'un Français ne tire de son sol que 11 centilitres ; l'habilité de l'Angleterre qui a su s'assurer de nombreuses concessions pétrolifères en diverses régions du globe ; la situation critique de la France.

L'avenir est rempli d'incertitudes ; le monde dispose actuellement de pétrole pour 30 à 150 ans, suivant l'optimisme des évaluations. Par conséquent, si de nombreux gisements ne sont pas découverts, l'âge du pétrole sera rapidement terminé.

Mais d'ici là, nous en sommes sûrs, la Science aura trouvé le moyen de le remplacer. Paul LEMOINE.

Les Navires, par G. CLERC-RAMPAL, enseigne de vaisseau de réserve. 1 vol. in-16 de 192 pages, avec 44 figures et 31 planches hors texte. 1921. Librairie Hachette, Paris. — Prix : broché, 6 francs.

La nouvelle *Bibliothèque des Merveilles*, que la librairie Hachette publie sous la direction de M. A. Berget, vient de s'augmenter d'un livre appelé à satisfaire la curiosité de quiconque s'intéresse aux choses de la mer. Car le lecteur y trouvera l'étude de tous les types de navires, à l'exception des sous-marins, auxquels M. Clerc-Rampal avait déjà consacré, dans la même collection, un volume dont nous avons publié l'analyse (v. *Revue Scientifique*, 28 août 1920, p. 510).

Le nouvel ouvrage nous initie d'abord aux marines d'autrefois, depuis les antiques galères jusqu'aux majestueux vaisseaux à voiles et aux débuts de la navigation à vapeur. Passant ensuite à l'analyse des spécialités nautiques d'aujourd'hui, l'auteur nous fait successivement visiter les cuirassés, les croiseurs, les avisos, les torpilleurs et les bâtiments porteurs d'avions. Puis, c'est la marine du commerce, la description des paquebots modernes, des grands hôtels flottants, des « lévriers de la mer », et aussi des navires de charge, cargo-boats, voiliers, bâtiments mixtes et bâtiments affectés à des applications spéciales, telles que les explorations polaires et les études du magnétisme terrestre. Enfin, un dernier chapitre, sur la navigation de plaisance, nous montre que le *yachting* n'est pas exclusivement réservé aux très grandes fortunes, et, que si l'on s'en tient à un faible tonnage, on peut encore, aujourd'hui, sans trop de grandes dépenses, se livrer à ce sport, qui procure à ses adeptes autant de connaissances et de qualités morales que de bien-être physique et de développement corporel. E. C.

Les scieries et les machines à bois, par Paul Razous. 1 vol. 16 × 25 cm. de 339 pages, avec 115 figures. Troisième édition, revue et mise à jour. 1921. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : broché, 30 francs.

Cette nouvelle édition a été mise au courant des plus récents perfectionnements réalisés dans le travail du bois ; néanmoins, le plan primitif de l'ouvrage a été conservé. Après un aperçu des méthodes d'essai des bois, l'auteur étudie les exploitations en forêt : scieries portatives, abatage et tronçonnage des arbres, transport des grumes et des billes. L'étude des scieries fixes comprend l'installation des bâtiments, les machines motrices, les transmissions et l'outillage.

Viennent ensuite les diverses industries du bois : menuiserie, ébénisterie, tours et machines à copier ; fabrication des caisses, des tonneaux, des roues et autres articles de carrosserie, des poteaux télégraphiques, des traverses de chemins de fer, des pavés de bois, des hélices pour avions, des crayons, des jouets en bois découpé, etc.

Un chapitre est consacré aux industries chimiques du bois : fabrication de la pâte à papier, des produits résineux, de la carbonisation du bois et de sa distillation, des extraits tinctoriaux, des composés tanniques, de l'alcool de bois.

Les dernières pages indiquent les moyens employés pour éviter les accidents dans les scieries et les ateliers de travail des bois.

Dans l'ensemble, exposé toujours très clair, ne perdant jamais de vue le côté pratique, et dont cette troisième édition aura certainement le même succès que ses deux aînées. E. C.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J.-H. Fabre. — Souvenirs entomologiques. Etudes sur l'instinct et les mœurs des insectes, 5e série. In-8° de 382 pages avec figures et planches. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Pol Simon. — La recherche des lieux géométriques en géométrie analytique. In-8° de 232 pages avec figures. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Dr Bordas. — Etude anatomique et histologique de l'appareil digestif des Lépidoptères adultes. In-8° de 67 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Vidal de la Blache. — Principes de géographie humaine. In-8° de 327 pages, avec 2 cartes en noir et 5 en couleurs. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Carr Saunders. — The population problem. A study in human evolution. In-8° de 516 pages. Clarendon press, Oxford.

Dr Bivet-Sanglé. — La fin du secret. Applications de la perception directe de la pensée. In-8° de 528 pages. Albin Michel, éditeur. Paris. — Prix : 15 francs.

Paul Verola. — Chimie et fabrication des explosifs. In-16 avec 15 figures. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Sorre. — Les Pyrénées. In-16 de 216 pages avec 16 cartes et 6 photographies. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Cartan. — Leçons sur les invariants intégraux. Cours professé à la Faculté des sciences de Paris. In-8° de 210 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

J. Chaine. — Anatomie comparative. In-8° de 280 pages. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

J. Becquerel. — Le principe de relativité et la théorie de la gravitation. Leçons professées en 1921 à l'Ecole polytechnique et au Muséum d'Histoire naturelle. In-8° de 342 pages avec 21 figures. Gauthier. Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Dr J. Maxwell. — La Magie. In-16 de 252 pages (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

E. Borel. — L'Espace et le Temps. In-16 de 245 pages (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

British Museum. — A Guide to the fossil remains of man in the department of geology and palæontology in the British Museum (Natural history). Cromwel road, London, S. W. 7 with 6 plates and 14 text-figures, 3e édition. In-8° de 34 pages. — Prix : 6 francs.

Dr P. Duhem. — L'emploi des rayons X en médecine. In-18 de 305 pages (*Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

A. Camus. — Les fleurs des marais, des tourbières, des cours d'eau, des lacs et des étangs. In-16 de 112 pages avec 96 planches coloriées. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

E. Dongé et *P. Destiot.* — Les insectes et leurs dégâts. In-16 de CXXIX-115 pages avec 100 planches coloriées et 91 figures. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

E. Wintner. — Les Algues marines des côtes de France (Manche et Océan). In-16 de CXIII-129 pages avec 112 planches coloriées et 134 figures. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

A. Maublanc. — Les champignons de France. In-16 de C-100 pages avec 96 planches coloriées et 140 figures.

Sartory et *Maire.* — Compendium hymenomycetum illustré de planches noires et coloriées d'après les aquarelles de G. Raess. Fasc. I, Amanita. In-8° de 24 pages avec 2 planches. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 11 — 60e ANNÉE — 10 JUIN 1922

LES ORIGINES DE LA « BRITISH ASSOCIATION » ET LA CRÉATION DU « DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH »[1]

C'est à l'esprit d'initiative et au dévouement à la cause scientifique de quelques savants écossais qu'est due la fondation de l'Association Anglaise pour l'Avancement des Sciences. L'idée première en revient en effet à sir D. Brewster et c'est le Principal Forbes qui en a défini les buts et le caractère.

Les groupements similaires qui, sur le continent, se réunissaient une seule fois par an dans les cités les plus diverses et semblaient surtout destinés à l'entretien des relations mondaines de leurs membres ne correspondaient pas à l'idéal des fondateurs de la « British Association ». Ils estimaient que celle-ci devait être, avant tout, un organisme permanent divisé en Sections. D'ailleurs ils traçaient ainsi le programme de ces Sections : « Travailler, dans l'intervalle des réunions générales annuelles, par des méthodes qui leur seraient propres, donner une impulsion vigoureuse à chaque branche de la science, faire surgir les découvertes et diriger le travail scientifique ».

Comme on avait décidé, pour des raisons d'ordre pratique, de tenir la première réunion, le 27 septembre 1831 à York, la ville la plus centrale des trois royaumes, et les deux suivantes dans les antiques universités d'Oxford et de Cambridge, il était logique que l'Association vînt tenir ses assises, à la première occasion, dans la capitale écossaise où elle avait pris naissance.

C'est ce qui fut fait le 8 septembre 1834, date à laquelle s'ouvrit la première réunion tenue à Edimbourg. L'approbation générale donnée à l'activité de l'Association, le nombre et le caractère des rapports faits sur l'état et les progrès de la Science, l'intérêt des procès-verbaux des réunions des Sections, enfin le très judicieux emploi des fonds, mirent en évidence, lors de cette remarquable réunion, la valeur déjà très réelle de notre grand organisme scientifique. En des termes particulièrement heureux, le président de l'année précédente, le Rév. Professeur Sedgwick, félicita l'Assemblée « de s'être réunie si nombreuse en un lieu que tant de nobles souvenirs rendaient chers à tous les hommes de science et qui avait été le berceau de la British Association ». En quelques phrases rapides, le professeur Sedgwick montra l'influence énorme que l'Association était susceptible d'exercer sur l'avancement des sciences et, pour appuyer son argumentation, il fit ressortir les résultats déjà obtenus par elle durant les trois premières années de son existence. Les paroles prononcées alors par le professeur Sedgwick n'ont rien perdu depuis de leur vérité et ce qu'il considérait comme l'une des plus importantes fonctions de notre So-

(1) Discours prononcé par Sir Edward Thorpe à la Séance d'Ouverture de la réunion annuelle de la « British Association » pour l'Avancement des Sciences. (Edimbourg 1921).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

ciété est encore « le commerce des idées » c'est-à-dire la discussion des grands sujets d'intérêt général. Le Conseil de l'Association en décidant tout récemment d'inviter les différentes Sections à un échange de vues sur les grands problèmes d'actualité avant la réunion annuelle a fait sienne cette manière de voir de notre président d'autrefois. Cette légère réorganisation du travail préparatoire des Sections, parfaitement en accord avec les buts et l'esprit de notre association, inscrite l'année dernière dans nos statuts, aura son effet lors de la réunion actuelle. A vrai dire, de semblables discussions se sont déjà produites quelquefois et leur utilité s'est vraiment manifestée, mais elles avaient lieu alors plus ou moins selon la règle. Il faut espérer que dorénavant elles feront normalement partie du règlement de nos réunions et j'ai tout lieu de croire qu'elles en augmenteront l'intérêt et l'utilité.

Une autre modification importante de notre règlement est la discussion des rapports des présidents de Sections. Autrefois ces rapports étaient lus pour la forme et jamais discutés. Comme, en fait, ils donnaient chacun un bref exposé des progrès de la Science particulière dont s'occupait la Section, ils ne pouvaient guère prêter à la controverse. Grâce à la facilité croissante avec laquelle les chercheurs peuvent suivre maintenant les progrès de la branche scientifique qui les intéresse, ces sortes de résumés n'ont plus leur raison d'être. Aussi les discours présidentiels de ces dernières années tendent-ils à traiter les questions actuelles les plus importantes qui, au contraire, sont toujours le prétexte d'un intéressant échange d'opinions.

Une telle modification augmentera certainement l'intérêt des procès-verbaux des réunions de Sections et donnera plus de valeur à leur travail. Personnellement, je considère tous ces changements comme l'aboutissement logique des idées qui ont pris naissance, ici même, lors de la première réunion tenue à Edimbourg, il y a 87 ans.

Seize ans plus tard, le 21 juillet 1850, la capitale de l'Ecosse offrait à nouveau l'hospitalité à la « Bristish Association ». Cette année là, l'Assemblée put s'honorer d'avoir porté au fauteuil présidentiel Sir D. Brewster, le savant Principal des Collèges réunis de St-Salvator, St-Léonard et St-Andrews. Elle rendait ainsi un juste hommage à l'homme de science et donnait un témoignage de sa reconnaissance envers celui qui avait été jadis le véritable fondateur de notre Association.

Le discours d'ouverture de sir D. Brewster débutait par un rapide exposé des récents progrès de la science. Il portait la marque de cette clarté d'expression qui caractérise tous les travaux littéraires de l'érudit biographe de Newton et de l'éclectique rédacteur de l'*Edinburg Encyclopédia,* de l'*Edinburg Magasine* et de l'*Edinburg Journal of Science*. Le savant physicien y appréciait, en termes élogieux, l'heureuse influence exercée par l'Association, attirant sans cesse davantage l'attention sur les buts de la Science et rectifiant l'opinion d'un certain public hostile à ses progrès. C'était, pensait-il, grâce à l'action de l'Association, aux travaux et à l'influence personnelle de ses membres que le gouvernement avait été conduit à encourager directement le mouvement sientifique et à faciliter son organisation.

Brewster se faisait une très haute idée de la place de la Science dans la vie intellectuelle d'un pays et de la situation que mérite le savant dans l'échelle sociale. Son expérience et sa connaissance profondes du fonctionnement des Associations européennes, fondées pour la diffusion et l'avancement des sciences, lui firent préconiser très judicieusement l'établissement d'une classe de membres résidants consacrés uniquement au travail scientifique et occupant un rang honorable dans la Société. Il voulait — selon le mot de Playfair — « des hommes à l'abri des embarras du pouvoir et des tentations de la fortune ». Il est évident que de tels hommes « consacrés par l'Etat uniquement à la recherche spéculative » peuvent travailler davantage et mieux dans l'intérêt de la Science que ceux qui prennent dans ce but une heure ou deux de leur tâche ou de leur sommeil quotidiens.

L'idéal de Brewster : « grouper les isolés et réunir autour de nous en une seule et vaste institution les hommes de talent qui travaillent avec activité mais, hélas ! sans direction et sans appui » n'a pas été réalisé de son temps. Il ne l'est pas encore aujourd'hui, après soixante-dix ans, malgré l'incessante répétition d'arguments indiscutables.

Je viens, pour plusieurs raisons, de m'étendre sur le rôle de sir D. Brewster dans la question des relations de l'Etat et de la recherche scientifique. Sans doute, il y a un siècle, Davy faisait déjà de cette question le thème de ses discours et employait toute son influence à faire accorder à la Science le concours pratique de

l'Etat. Personne, cependant, n'a mieux compris que le Principal de l'Université d'Edimbourg l'importance de cette aide de l'Etat et n'a plaidé plus énergiquement en sa faveur. Il m'a semblé bon de le rappeler ici-même aujourd'hui, dans cette ville qui fut la patrie d'adoption de Brewster et où ce grand physicien fit preuve de tant d'activité intellectuelle. Nous ne pourrons jamais oublier tout ce que notre Association doit à son esprit large et fécond. On peut dire qu'en général, chacun est un débiteur de la profession dont il tire ses moyens d'existence, au contraire, Brewster fut, de l'avis de tous, une gloire pour la sienne. Durant sa vie, on lui a manifesté la reconnaissance qu'il méritait; après sa mort on a dit de lui que l'amélioration de la situation sociale des hommes de science était due surtout à ses efforts et à son exemple.

Je suis tout naturellement porté à rapprocher, de la réunion de 1850, une autre réunion encore plus mémorable tenue en cette ville par notre Association. Au mois d'août 1871 — il y a exactement un demi-siècle — la British Association se réunit à Edimbourg sous la présidence de Lord Kelvin (alors Sir W. Thompson). Cette réunion a conservé pour nous un caractère historique à cause du discours d'ouverture que prononça ce savant. Lord Kelvin, avec une insistance et une vigueur remarquables, développa l'idée déjà émise par sir D. Brewster vingt ans auparavant. « Que nous considérions, dit-il, comme l'honneur de l'Angleterre, le fait d'être toujours la première à encourager les sciences physiques, ou que nous envisagions seulement les avantages matériels de tels établissements, nous devons comprendre que la recherche expérimentale est une question nationale. Elle ne doit plus être abandonnée, comme autrefois, à quelques chercheurs isolés et à la protection nécessairement sans suite des divers gouvernements qui se succèdent. »

Vous avez déjà deviné à quels établissements lord Kelvin faisait allusion. Il plaidait en faveur de la création de laboratoires et d'observatoires de recherches, dont la direction serait confiée à des hommes compétents consacrés non pas à l'enseignement mais à l'expérimentation. Il montrait que les institutions alors existantes ne correspondaient que partiellement et imparfaitement aux besoins nationaux, car la plupart manquaient de crédits, de matériel et de personnel capable, à l'exception de quelques chercheurs de bonne volonté que l'état d'abandon des laboratoires ne pouvait que décourager.

Cependant, à cette époque, les premiers efforts semblaient devoir aboutir sans trop tarder. La fondation du laboratoire Cavendish à l'Université de Cambridge (laboratoire dû à la munificence du chancelier d'alors) était un remarquable progrès. A cause de sa dépendance vis-à-vis d'une Université il ne réalisait pas pleinement l'idéal de nos deux anciens présidents; il a exercé néanmoins, sous les directions successives de Clerk-Maxwell, de Rayleigh et de J.-J. Thompson, une profonde influence sur le développement de la physique expérimentale. De plus, il a servi de modèle, lors de la fondation d'autres établissements analogues en Angleterre. Grâce à cette institution, les Sciences physiques ont reçu une impulsion vigoureuse durant ces cinquante dernières années, et bien qu'en matière de science il soit dangereux de trop compter sur les résultats du passé. ceux-ci doivent nous faire bien augurer de l'avenir de la Physique dans notre pays.

Avec le Laboratoire National de Physique nous approchons de l'idéal si ardemment souhaité par mes prédécesseurs. D'autres présidents de l'Association, parmi lesquels je veux spécialement mentionner le dernier, Sir D. Galton, ont particulièrement contribué à cette œuvre indispensable. Le résultat obtenu permet d'apprécier à sa valeur l'effort méthodique et continu de la « British Association », pour éclairer l'opinion publique et agir auprès du gouvernement. Mais ce serait manquer de reconnaissance que de ne pas rappeler l'action personnelle de lord Salisbury — lui-même homme de science estimé — auquel nous devons les premières réalisations pratiques en ce qui touche cette belle institution nationale. Etant l'un des rares survivants du comité réuni sous la présidence de Lord Rayleigh par Lord Salisbury, je puis parler en connaissance de cause des débuts de l'organisation de notre laboratoire national de Physique. Le comité enquêta sur l'urgence de la fondation en Angleterre d'un établissement analogue aux laboratoires subventionnés existant déjà sur le continent et dans lesquels on s'occupe de la détermination des constantes physiques, des problèmes intéressant l'industrie, de l'unification et de la vérification des appareils de physique et des questions de métrologie. Je ne puis indiquer ici les termes mêmes du rapport rédigé par le comité; je rappellerai simplement que ce document formulait les caractères fondamentaux de l'Institut projeté. L'approbation qu'il reçut de nombreux savants, des représentants des industriels et des ingénieurs, fut absolument unanime. Lord Kelvin

déploya à cette occasion toute son énergie de persuasion et je me rappelle encore avec quelle force de conviction il exposait ses idées au comité.

C'est vraiment grâce à l'habile direction, aux efforts et aux facultés d'organisation de son premier directeur, Sir Richard Glazebrook, que le Laboratoire National de Physique put montrer rapidement son utilité. Les services qu'il a rendus pendant la guerre sont une preuve suffisante de sa valeur. C'est maintenant un vaste établissement sans cesse agrandi, s'occupant des sujets les plus variés. Il est pourvu d'un personnel nombreux et compétent se livrant à toutes sortes de recherches de science pure et appliquée. Le nombre de ses attributions s'est augmenté depuis la guerre par la création d'offices spéciaux destinés à coordonner les recherches de physique, de chimie, de mécanique et de radiologie. Le gouvernement a eu souvent l'occasion d'apprécier ses services. Le laboratoire de photométrie, par exemple, s'est occupé d'expériences sur les lampes de navigation pour le compte du « Board of Trade » sur les lampes de mineur pour le « Home Office » sur les phares d'automobiles, et cela à l'instigation du Ministère des Transports; il a eu aussi à intervenir pour l'éclairage de la « National Gallery » et du Parlement. Dans un autre laboratoire on a fait d'importants travaux sur la forme extérieure des navires, leur manœuvre et leur pilotage, sur la résistance des coques aux efforts des vagues, sur les actions résultant de la rencontre des bateaux, et sur les hydroglisseurs et les flotteurs d'hydravions. Enfin le Laboratoire national s'est préoccupé des questions d'aviation et a organisé une section de recherches aérodynamiques.

Cette énumération met en relief la variété des travaux accomplis par cet utile établissement et l'on peut affirmer qu'il a contribué, dans une très large mesure, aux progrès de la physique dans notre pays durant ces dernières années.

On me pardonnera, je l'espère, un souvenir personnel : c'est à la réunion tenue à Edimbourg il y a cinquante ans, sous la présidence de Lord Kelvin, que je devins membre de l'Association et secrétaire de la Section de chimie. Cinquante ans sont une période bien longue dans la vie d'un homme, mais bien courte dans l'histoire de la Science. Cependant ce demi-siècle est plus riche en progrès scientifiques et en applications industrielles des sciences de tout ordre qu'aucune autre période correspondante de l'histoire de l'humanité. Une comparaison rapide de l'état des Sciences physiques, à l'époque où Lord Kelvin en traçait si magistralement le tableau, avec l'état actuel de leur développement suffit à montrer que l'imagination pénétrante du grand physicien, son génie puissant et son esprit vigoureux n'ont pu en concevoir la prodigieuse rapidité. Aucun prophète n'aurait pu prédire que ce demi-siècle d'histoire des sciences serait le témoin de tant de changements importants.

Durant cette période, n'avons-nous pas vu, en effet, dans le domaine de la Chimie pure, la découverte de l'argon par Rayleigh, du radium par Madame Curie, de l'hélium terrestre par Ramsay, du néon, du xénon et du krypton par Ramsay et Travers. N'avons-nous pas vu la production de l'hélium à partir du radium découverte par Ramsay et Soddy et l'isolement du fluor par Moissan? Découvertes prodigieuses, sans doute, mais dont la valeur est décuplée par les conséquences théoriques et pratiques qui en découlent.

Dans le domaine de la chimie appliquée, l'application du procédé Thomas-Gilchrist à la purification de l'acier, la production de la cyanamide calcique par le procédé Frank et Caro, la méthode d'hydrogénation de Sabatier, l'utilisation sur une vaste échelle des gaz liquéfiés, la synthèse de l'ammoniaque par Haber, ont révolutionné les industries d'autrefois.

En Physique pure, nous avons vu apparaître la théorie électronique de Lorentz, la découverte par Hertz des ondulations électromagnétiques, celle des rayons cathodiques par Lenard et la solution du problème de la struture cristalline par Bragg.

Durant ces cinquante dernières années, les grandes inventions pratiques : le téléphone, l'éclairage électrique par incandescence, le transport de l'énergie à grande distance, le cinématographe, la télégraphie sans fil, l'application des rayons X et la photographie des couleurs se sont répandues dans le monde entier.

Enfin la chimie physique a réalisé elle aussi d'immenses progrès ; parmi les plus remarquables, citons : la création de la stéréochimie par LeBel et Van t'Hoff, l'énoncé par Gibbs de la règle des phases, l'apparition de la théorie de Van t'Hoff sur les solutions, de la théorie ionique d'Arrenhius et de la théorie magnétique de Nernst.

Un tel exposé est loin d'être complet, il comporterait bien d'autres détails. Tel quel, il permet cependant d'évaluer l'importance des pro-

grès que doit le monde aux deux sciences : physique et chimie qui retenaient seules l'attention de Lord Kelvin dans le discours que je viens de commenter.

Nous sommes heureusement arrivés aujourd'hui à la publication rapide des découvertes scientifiques que le Lord Kelvin réclamait avec tant d'insistance et qu'il considérait « comme un but parfaitement approprié aux puissants moyens d'action de la « British Association ». Aussi les chimistes anglais sont-ils profondément reconnaissants à l'Association d'avoir contribué aux premiers frais de préparation et de publication mensuelle des analyses de revues étrangères que donne la « Chemical Society ». Cet exemple donné par les chimistes a été suivi par un grand nombre de sociétés scientifiques et techniques et les résultats des recherches nouvelles faites dans chacune des branches de la science pure ou appliquée sont rapidement portés à la connaissance des chercheurs intéressés. En fait, en ce qui concerne la science dont je m'occupe, la surabondance des extraits des mémoires étrangers entraîne une certaine confusion; on éviterait l'encombrement et les doubles emplois si les diverses sociétés de chimie se concertaient assez tôt pour y remédier. La situation est d'autant plus fâcheuse que les prix actuels du papier, de l'impression, de la reliure et de tout ce qui se rapporte à la librairie augmentent dans des proportions notables les dépenses des sociétés et de leurs membres. Le problème qui a déjà retenu longuement l'attention de nos sociétés est difficile à résoudre certes, mais non insoluble. Un effort collectif bien conduit permettra, sans aucun doute, d'en trouver la solution à bref délai.

Le prix élevé des livres (trois fois celui de 1914 dans le cas des ouvrages spéciaux) exerce une influence préjudiciable sur la diffusion des connaissances scientifiques. Les ouvrages scientifiques ne sont pas, en général, d'une vente facile; ils s'adressent à un public limité et peu fortuné, composé de gens laborieux ayant beaucoup souffert des conséquences économiques de la guerre. Leur coût élevé nuit à la fois au public, aux imprimeurs et aux éditeurs. Ceux-ci se rendent d'ailleurs parfaitement compte de la gravité de la situation. Ils ont tenté, au cours de discussions entre les patrons et les mandataires de la « Typographical Association », de trouver une solution équitable; il serait à désirer qu'ils y parviennent au plus vite.

Tous les hommes qui réfléchissent admettent que la Science est la condition même du progrès national. Or, la Science ne peut se développer que par la recherche, car la recherche patiente est seule génératrice de découvertes et d'inventions utiles. La situation industrielle d'un Etat, ses manufactures et son commerce et finalement sa prospérité dépendent de la valeur et du nombre de ses inventeurs. De plus, sa stabilité dépend également, dans une large mesure, d'une équitable répartition des richesses. Tout cela est si évident, et on l'a répété avec tant d'insistance, qu'il peut paraître superflu de le redire encore aujourd'hui devant un public d'hommes de science.

Un de nos amiraux les plus distingués parlait dernièrement de l'importance qu'il attache à la répétition à outrance des idées de bon sens. La question qui m'occupe mérite bien en effet d'être rappelée sans cesse, et la crise que nous venons de traverser doit nous empêcher d'oublier, dans l'intérêt national, que, parmi tous les grands problèmes de l'après-guerre, nul n'est plus important, pour notre existence, que celui de l'attitude du pays vis à vis de la science et de la recherche scientifique. L'occasion me semble particulièrement favorable aujourd'hui de chercher à tirer de la terrible expérience de ces dernières années, les conclusions qui s'en dégagent le plus nettement.

Il est malheureusement trop vrai que le monde industriel n'a pas compris, dans le passé, la valeur de la recherche. Pourtant l'organisation du « Department of Scientific and Industrial Research », est l'indice du fait que le pays entier commence à en comprendre l'importance. Le déchaînement de la grande guerre et la période qui l'a suivie, montrèrent, nous le savons tous, bien des insuffisances nationales, dues à notre indifférence vis à vis des conditions essentielles de notre sécurité et de notre prospérité. Pendant la guerre et depuis l'armistice, on fit diverses tentatives plus ou moins heureuses pour trouver un remède. Aujourd'hui, tous les bureaux et comités fondés à diverses époques sont enfin réunis et soumis au contrôle d'un organisme central : le « Department of Scientific and Industrial Research ». La recherche est maintenant nationalisée et subventionnée par l'Etat et, pour la première fois dans notre histoire, le gouvernement s'y intéresse directement. Avec cette organisation nouvelle, on pourra, je n'en veux point douter, atteindre les buts que je viens d'indiquer, malgré les oppositions qui ne peuvent manquer de surgir contre l'aide financière donnée désormais aux chercheurs. On doit d'ailleurs reconnaître que les

idées démocratiques s'opposent à la création d'emplois pour lesquels le travail à fournir n'est pas nettement précisé et dont l'utilité immédiate n'est pas évidente. Mais cette objection, qui est formulée contre le principe même de l'institution conçue jadis par Brewster, ne tient pas évidemment devant le plan d'organisation du « Department of Scientific and Industrial Research ». En fait, la subvention telle qu'elle est comprise, au lieu d'entraver les recherches permet au contraire, en libérant les hommes de science des soucis matériels, d'en favoriser le libre développement. Les fonds sont distribués, après avis d'un conseil d'experts, aux chercheurs qui travaillent dans les établissements d'enseignement ou même partout ailleurs. Ils sont destinés à susciter des recherches sur les problèmes fondamentaux de la Science pure, ou, suivant le cas, sur des problèmes spéciaux de Science appliquée.

Tous les offices, comités, ou organismes similaires, fondés pendant ou depuis la guerre, sont maintenant directement rattachés au Department, sauf une ou deux exceptions.

On s'y occupe des sujets les plus variés et je tiens à vous en donner quelques exemples. L'*Office des recherches sur le Bâtiment,* fondé en 1920, organise et surveille les études de matériaux et de construction, détermine les défectuosités architecturales, et fixe des types choisis de matériaux de construction. L'*Office des Recherches Alimentaires* s'occupe de la conservation des aliments par le froid et de tous les problèmes mécaniques que pose l'installation des frigorifiques; il étudie la chimie de la putréfaction, les micro-organismes qui la provoquent, la chimie des huiles et des graisses comestibles. L'*Office des Recherches sur les Combustibles* s'occupe de leur économie générale, des questions d'approvisionnement de la marine marchande et de la flotte de guerre en mazout; il surveille nos ressources nationales en charbons, étudie le chauffage domestique, la pollution de l'air par les fumées, l'utilisation des combustibles pulvérulents, celle des tourbes, des succédanés possibles des pétroles naturels, enfin il recherche les sources pratiques d'alcool. L'*Office des Etudes géologiques* est chargé de la géologie de la Grande-Bretagne et de la surveillance du Musée de géologie pratique.

La direction du Laboratoire National de Physique, confiée autrefois au président et au conseil de la « Royal Society », appartient maintenant au « Department of Scientific and Industrial Research ». Les comités des Recherches Minières et de la Sécurité des mines y sont également rattachés. Ils s'occupent de diverses questions comme la détermination du degré géothermique, l'influence de la température de l'air à son entrée et à sa sortie des puits sur les couches de charbon, l'effet des variations saisonnières sur la température de l'air entrant dans les puits, le refroidissement nécessaire pour atténuer les effets de la combustion du grisou, la chaleur dégagée par l'oxydation des étais, etc...

Le « Department » dirige aussi les recherches faites sur la conservation des antiques du British Museum. Il s'occupe du débit des rivières et de la hauteur des marées et il étudie avec un soin particulier l'hydrographie de la Grande-Bretagne et ses ressources en chutes d'eau. D'accord avec le gouvernement il a organisé quatre services de coordination qui règlent le travail scientifique des organismes de recherche, ce qui évite des confusions nuisibles et assure une direction et un contrôle financier uniques. Ces quatre services se partagent les quatre branches principales : physique, chimie, mécanique et radiologie. Ils ont sous leur dépendance de nombreux comités spéciaux dont quelques-uns ont été détachés du Laboratoire National de Physique. Enfin le gouvernement a également autorisé la fondation d'un Office de Recherches Forestières.

Le « Department » peut aider dans leurs recherches les Sociétés Scientifiques. Une organisation du même genre avait déjà fonctionné avant la guerre, mais on avait dû y renoncer par suite du manque de fonds. Aujourd'hui, quand une recherche intéresse directement une industrie qui ne peut par elle-même organiser une association de recherches, le Department met à sa disposition une certaine somme dans les conditions suivantes : l'établissement scientifique s'occupant de la recherche touche de l'Etat une subvention égale à la somme versée par les intéressés, qu'elle provienne d'ailleurs de fonds corporatifs ou de souscriptions faites par les industriels. La recherche est alors confiée à l'Association avec toutes les garanties nécessaires. On a ainsi favorisé la constitution d'un grand nombre de ces Associations de recherches parmi lesquelles je citerai celles qui s'occupent des instruments scientifiques, des métaux autres que le fer, de la soie, des matières réfractaires, des poteries, de l'électricité et des industries annexes, etc...

Les subventions accordées aux Associations de Recherches fondées par les industriels sont prélevées sur un fonds d'un million de Livres

Sterling placé à la disposition du « Research Department ». Pour pouvoir en bénéficier, les Associations doivent au préalable soumettre leurs statuts à l'approbation du « Department » et du « Board of Trade ». Si celle-ci leur est donnée, le « Board of Trade » leur accorde une licence aux termes de laquelle elles sont assimilées à des sociétés anonymes travaillant sans bénéfices. Les souscriptions versées par les firmes qui font partie de l'Association sont alors considérées par l'administration fiscale comme frais généraux et ne sont pas soumises à l'impôt sur le revenu et aux taxes sur les bénéfices. Les revenus de l'Association sont également exempts d'impôt. Chaque Association touche ordinairement la subvention de l'Etat au taux d'une livre pour une livre versée et suivant des limites qui varient suivant la nature particulière de l'industrie intéressée. Si deux Associations veulent agir de concert, le taux de la subvention est encore plus élevé, comme si l'Etat reconnaissait que, dans ce cas, son aide est encore plus nécessaire. Les résultats obtenus par chaque association lui appartiennent en propre, mais l'Etat se reconnaît certains droits : garantie qu'ils ne seront pas communiqués à des pays étrangers, sauf avec le consentement du gouvernement et qu'ils pourront l'être à d'autres industries intéressées, et au gouvernement lui-même. Une procédure spéciale a d'ailleurs été instituée pour tout cela.

Toute cette organisation fonctionne d'une manière très satisfaisante. Actuellement vingt-quatre de ces Associations de recherches ont déjà obtenu leur licence du « Board of Trade » et sont en plein fonctionnement. D'autres sont en formation et doivent entrer prochainement en activité. Ces Associations englobent d'ailleurs presque toutes nos industries. La plupart ont leur siège social à Londres; quelques-unes l'ont fixé à Manchester, Leeds, Sheffield, Birmingham, Northampton, Coventry, Glascow et Belfast.

Le « Department » a également créé un « Office des relations » qui se charge de recevoir, de résumer et de classer les communications faites par les chercheurs, les institutions ou les Associations placées sous la direction du « Department » ou en relations avec lui. Ces communications sont considérées comme confidentielles et ne peuvent être communiquées que par écrit, après autorisation du chercheur ou de l'organisme dont elles émanent. De même, tout renseignement non confidentiel, reçu par le « Department » et susceptible d'intéresser d'une manière quelconque les membres des Associations, est classé par l'Office et mis à la disposition générale.

Cet Office est aussi chargé d'éviter, dans la mesure du possible, la répétition et le chevauchement des travaux de recherches et d'assurer le meilleur rendement de chaque résultat nouveau obtenu. C'est ainsi qu'il examine le programme de travail de chaque Association afin que deux d'entre elles ne risquent pas de s'occuper de la même question. Parfois, deux ou plusieurs Associations peuvent être intéressées par un même problème envisagé à différents points de vue; dans ce cas, l'Office s'efforce d'organiser la mise en commun de la recherche. Chaque groupement s'occupe alors du point qui le concerne spécialement et profite de tous les résultats obtenus par les autres.

Comme les recherches entreprises sous la direction du « Department » donnent, la plupart du temps, des résultats qui nécessitent la prise de brevets, on a particulièrement étudié les divers problèmes de législation que pose cette question et d'autres « Departments » d'Etat ont été fréquemment consultés. Il en est résulté la fondation d'un « Inter-Departmental Committee » dont les directives sont les suivantes :

1° Etudier les méthodes d'exploitation des inventions faites par les travailleurs subventionnés par l'Etat — qu'ils soient d'ailleurs employés au titre de chercheurs ou à un autre titre. Etudier les moyens de récompenser les inventeurs afin d'encourager leurs efforts ultérieurs, d'assurer l'utilisation par l'industrie des inventions utiles, et enfin, de défendre les intérêts nationaux.

2° Etablir une procédure de garantie des inventions faites par les chercheurs subventionnés par l'Etat qui puisse être approuvée et suivie par tous les « Departments » d'Etat intéressés.

Environ quarante brevets ont été déjà pris par le « Department » et les inventeurs ou établissements intéressés, mais neuf d'entre eux n'ont pas été retenus. Enfin cinq brevets sont suffisamment au point pour entrer immédiatement en application dans l'industrie.

D'après ce court résumé de l'organisation du « Department », dont Sir F. Ogilvie a eu l'amabilité de me fournir la substance, il est facile de comprendre avec quelle hauteur de vue le travail de recherches a été organisé en Angleterre.

Les divers bureaux et comités ont déjà publié un grand nombre de rapports fort intéressants et d'autres sont actuellement sous presse, mais

on ne peut encore apprécier à leur juste valeur les heureux résultats du travail déjà accompli. On peut cependant affirmer hardiment que l'organisme que je viens de décrire ne tardera pas à influencer très favorablement notre Industrie dont la prospérité dépend surtout des inventions et des découvertes nouvelles. La fondation du « Department of Scientific and Industrial Research » marquera une date dans l'histoire nationale. Aucun pays au monde ne peut s'enorgueillir d'une organisation aussi bien adaptée à son but : tirer de la Science les applications utiles aux besoins nationaux. Nous la devons d'ailleurs à la grande Guerre et l'on peut dire que des maux de cette immense catastrophe nous avons tiré au moins quelque bienfait.

Sir T. Edward Thorpe (1),

Membre de la Société royale de Londres
Président de la « *British Association* ».

(*A suivre*)

LA SPÉCIFICITÉ ET LA PERSONNALITÉ BIOLOGIQUE (2)

La notion de personnalité est la première et la plus certaine à celui qui conduit par ordre ses pensées, mais elle est aussi de celles que l'on obscurcit en les voulant définir, et qui ne s'acquièrent pas par l'étude, mais naissent avec nous (Descartes). Aussi les savants ont-ils tenu pour négligeable un concept que la science ne peut prétendre atteindre. Non seulement à leurs yeux la primauté dévolue au roseau pensant est une usurpation, non seulement ils refusent à l'homme une place privilégiée dans le monde, mais encore toute individualité les laisse indifférents. L'individu n'est plus qu'un chaînon de la chaîne immense; l'homme comme le primate, l'animal, le végétal, fait partie du « grand Etre », « qui se compose de plus de morts que de vivants.» (A. Comte). La personnalité s'abîme à tout jamais dans le mouvement général du transformisme, et le philosophe croit constater l'évidence qui dit dans un ouvrage récent : « La tâche de toutes les sciences c'est précisément de désindividualiser et de désubjectiver le donné, tâche relativement facile, car s'il y a déformation, il ne peut y avoir création *ex nihilo*. » Que le problème de l'esprit puisse être résolu de façon si désinvolte, ce n'est pas à nous d'en décider. Mais nous affirmons l'erreur de qui trace une telle besogne à la science, et pour étancher leur soif d'objectivité, les philosophes devront cette fois puiser en dehors du domaine biologique. Car nul ne se livre aux recherches expérimentales qui ne se heurte toujours et partout à cette question troublante, mystérieuse de la spécificité; spécificité chimique, spécificité cellulaire, spécificité organique, le tout réalisant la personnalité biologique, tel est le grand problème qui surgit entier et toujours impénétrable, au seuil de toute expérimentation.

*
* *

Chez les êtres supérieurs, la notion d'espèce est évidente; les caractères sont assez tranchés pour établir les distinctions entre individus, familles, espèces, races. Chez les êtres inférieurs, chez les microbes, par exemple, si minimes sont les différences morphologiques, si rudimentaires les manifestations vitales que l'on confondrait tous ces microorganismes, n'étaient des expériences précises nous prouvant leur spécificité. Entre un bacille typhique et un bacille paratyphique l'identité morphologique est complète. Et cependant l'homme vacciné contre l'un est sans défense contre l'autre; car la vaccination n'est efficace que vis-à-vis d'un microbe; elle est strictement spécifique. On peut même avancer que la plupart des progrès réalisés en thérapeutique biologique l'ont été par une étude plus complète de la spécificité : longtemps on ne décrivit qu'un méningocoque, qu'un pneumocoque, qu'un bacille dysentérique auxquels on opposait un sérum antiméningococcique, un sérum antipneumococcique, un sérum antidysentérique; puis l'on vit que sous un même aspect il existait de multiples races d'une même espèce. Et l'on ne put prétendre à la guérison de tous les cas de méningite cérébrospinale, de pneumonie, de dysentérie, que lorsque furent identifiés plusieurs types de méningocoque, de pneumocoque, etc., et un sérum particulier opposé à chacun d'eux. A

(1) Traduit par P. Gérald, préparateur au Collège de France.

(2) Ouvrages à consulter : Bierry, *Revue Scientifique*, 27 novembre 1920 : Gonklin, *L'hérédité et le Milieu* : G. Bohn et A. Drzewina, *La Chimie et la vie* : J. Friedel, *Personnalité biologique de l'homme* : Rey, *La philosophie moderne*, etc., etc...

l'attaque de tout ennemi, l'organisme oppose des moyens de défense strictement appropriés à l'agresseur et seulement valables à son endroit. Et, comme dit M. Bordet, « si on analyse dans ses origines cette notion de spécificité, on voit qu'elle est régie en somme par le pouvoir dont l'être est doué d'approprier sa réaction à la nature de l'excitant. »

*
* *

« La spécificité, a écrit Jacques Loeb, est déterminée par des protéïnes spécifiques », et pour M. Bierry, la nature de la spécificité ou de l'individualité, dans l'aspect extérieur comme dans le fonctionnement, est plus ou moins d'ordre chimique. On peut distinguer en effet des substances chimiques, tels les lipoïdes, les protéïdes qui se montrent invariables quels que soient l'espèce ou l'individu, et qui ne concourent pas à l'élaboration de notre personnalité biologique. Mais il en est d'autres, les albumines par exemple, qui seraient de *véritables porteurs de spécificité* (J. Loeb); et ce sont ces albumines du sang, de la lymphe, des humeurs en général qui constitueraient notre personnalité humorale.

Or, à travers toutes les vicissitudes de l'existence, maladies, régimes, thérapeutiques, nos humeurs tendent toujours à conserver leur constitution individuelle, leur spécificité. L'acte digestif dépouille les aliments ingérés de tout caractère étranger, il leur confère la constitution chimique de l'organisme qui s'en nourrit, c'est l'assimilation, *ad similare*. « Le corps digérant impose au corps digéré son taux personnel ou marque spécifique ». (Le Dantec).

Mais si une substance étrangère pénètre en nous sans emprunter la voie digestive, la transformation nécessaire ne peut plus se produire: et l'on comprend que les nucléoprotéides qui ne sont nullement toxiques, administrés par la bouche, provoquent des accidents graves si on les injecte sous la peau.

En somme, les phénomènes d'assimilation assurent la spécificité humorale et tissulaire, et doivent nous servir de critère dans l'étude du problème alimentaire. La valeur d'un aliment ne se mesure pas seulement à ses propriétés énergétiques ou à sa valeur calorifique : la qualité chimique intervient en fonction de la spécificité de la matière vivante.

Dans certains phénomènes de l'anaphylaxie, nous trouvons encore une manifestation éclatante de la spécificité humorale. Quand on fait à un enfant, atteint de croup, une injection de sérum antidiphtérique, qui n'est qu'un sérum de cheval préparé, du coup, même après la guérison, l'enfant demeure marqué, sensibilisé par l'injection; supposons cet enfant, devenu homme, partant pour la guerre, blessé et subissant une injection de sérum antitétanique (sérum de cheval) : des accidents peuvent alors éclater; car la seconde injection, injection déchaînante, a été faite avec un sérum d'origine équine vis-à-vis duquel l'individu avait été sensibilisé dans son enfance; et s'il réagit au sérum de cheval il ne réagirait pas au sérum de lapin par exemple. Il y a donc bien spécificité humorale. Les exemples abondent de tels faits, et tout le monde peut les constater : et les accidents toxiques qui chez certaines personnes éclatent après l'absorption d'œufs, de fraises, de moules, etc..., ne sont que les réactions spécifiques d'un organisme dont les humeurs sont sensibilisées à ces albumines alimentaires.

*
* *

Si le mystère de la spécificité plane sur la chimie de la matière vivante, il trouble davantage encore nos espoirs de pénétrer la nature des ferments.

« Le chimiste, a dit Cl. Bernard, pourra faire les produits de l'être vivant, mais il ne fera jamais ses outils parce qu'ils sont le résultat de la morphologie organique qui est hors du déterminisme proprement dit; et sous ce rapport, il n'est pas plus possible au chimiste de fabriquer le ferment le plus simple que de fabriquer l'être vivant tout entier ».

Ce sont aussi les ferments que Armand Gautier considérait comme les agents de spécificité : « les cellules réalisent leurs molécules spécifiques au moyen de transformations élémentaires qu'elles font subir à quelques-uns des matériaux ambiants, qu'elles réunissent, dissocient, transforment, isomérisent, grâce à l'action d'agents spécifiques existant en chaque espèce de cellules, et qui ne sont autres que des ferments. »

Mais, quoi qu'en ait dit Cl. Bernard, les chimistes se flattent de serrer de près la solution du problème. Car s'ils n'en sont pas à fabriquer des diastases, ils réalisent cependant des « systèmes » qui leur ressemblent étrangement. Pour beaucoup, l'étude des substances colloïdales est l'initiation au mystère de la vie ; certaines propriétés que l'on croyait être l'apanage des ferments biologiques se retrouvent aussi nettes dans les colloïdes métalliques : tel le contraste entre l'infime portion de substance agissante et la grandeur

de l'effet produit. En quantité infinitésimale, et sans entrer en combinaison dans la réaction, un métal agit par sa seule présence et déclanche une réaction biologique importante : c'est un catalyseur. Les ferments biologiques n'agissent pas autrement.

Mais dans cet accord apparent, la notion de spécificité vient jeter la note fausse. Ce ferment biologique, ferment de défense le plus souvent, est adapté au milieu dans lequel il doit agir; son rôle peut s'exercer seulement dans l'espèce, ou encore sur l'individu. Or, dans l'action des catalyseurs, il n'y a pas trace de spécificité : le cuivre par sa seule présence déshydrogène les alcools, l'oxyde de thorium les déshydrate; mais ces réactions se produiront à notre volonté, et dans tous les cas avec le même catalyseur. Nous sommes bien loin de la spécificité individuelle et cellulaire qui est bien l'apanage des ferments. De sorte que lorsque Bayliss définit les diastases « les catalyseurs produits par les cellules vivantes », il ne fait que signaler une analogie, mais il n'explique pas « les différences profondes » (Sabatier) existant entre catalyseurs et ferments.

*
* *

L'organisation anatomique et physiologique est faite pour la cellule : la forme, la morphogénie est constituée en vue de la vie cellulaire (Cl. Bernard). Or, la spécificité qui domine la chimie de la matière vivante, marque aussi l'élément fondamental de l'être : la cellule.

L'être unicellulaire, l'amibe, en transformant chimiquement toute substance étrangère en sa substance propre, manifeste la spécificité cellulaire.

Chez l'être pluricellulaire chaque cellule est faite de la substance spécifique de l'individu. Les essais innombrables de transplantations des tissus d'un animal à un autre, et leurs échecs constants, si les animaux en expérience sont d'espèces différentes, en sont la preuve. Si les greffes sont tentées chez un animal d'espèce voisine de celle de l'animal donneur, on obtient des résultats positifs mais éphémères : la greffe se résorbe et meurt. Dans leurs recherches sur le cancer, Wassermann et Vhlenluth ont vu qu'il existe entre les espèces, même proches parentes, des différences dans le caractère des albumines constituant le plasma cellulaire ; et cette spécificité de la cellule rend vaine les tentatives de greffe cancéreuse.

La spécificité cellulaire est un caractère indélébile qui se perpétue à travers les siècles : *Cytisus adami*, obtenu par greffage de *Cytisus laburnum* et *Cytisus purpureum* en 1826, montre, après cent ans, au niveau de ses fleurs, des cellules qui ont les caractères propres du greffon, d'autres qui présentent les caractères du porte-greffe et qui ne sont pas confondues.

En médecine expérimentale, les réactions sont nombreuses qui sont basées sur la spécificité cellulaire. Si l'on injecte à un lapin du sang de mouton, le sérum de ce lapin acquiert la propriété de détruire, d'hémolyser, les globules de mouton, mais il sera inactif contre les globules de toute autre espèce. Si l'animal avait reçu des injections de sang humain, son sérum eût été destructeur des globules de l'homme.

Au cours de la grossesse, l'œuf et les produits de sécrétion du placenta peuvent être considérés comme des corps étrangers : pour s'opposer à l'envahissement des déchets placentaires, l'organisme de la mère secrète des ferments spéciaux. Les méthodes sérologiques de diagnostic de la grossesse (Abderhalen, Fieux et Mauriac) visent à déceler ces anticorps.

Bref, nous constatons encore ici l'adaptation du produit de sécrétion cellulaire à l'excitant à annihiler ou à combattre. On ne peut mieux illustrer cette « intelligence » de la cellule dans ses fonctions sécrétoires que par l'exemple suivant que nous propose Abderhalden : « Certains faisans possèdent un testicule d'un côté du corps, et un ovaire de l'autre côté. Un côté de leur corps est recouvert d'un plumage de mâle, l'autre côté d'un plumage de femelle. Ces deux plumages se séparent sans transition au niveau de la ligne médiane. Il serait absurde de supposer que les produits, sécrétés par les deux glandes génitales qui déterminent la production des caractères sexuels secondaires déjà bien manifestés chez ces animaux, ne circulent que du côté où se trouve la glande qui les a produits. Il est évident qu'ils passent avec le sang devant toutes les cellules de l'organisme ; et cependant les produits secrétés par le testicule n'agissent que sur les cellules de la moitié mâle, tandis que les matières secrétées par l'ovaire ne se fixent que sur les cellules de la moitié femelle. »

*
* *

Spécificité humorale et spécificité cellulaire ne sont pas toujours absolues. Et une analyse plus complète de cette notion nous montre qu'il est des degrés et des modalités différents. « L'espèce, dit Anthony, est la collection de tous les individus dont la composition héréditaire, fondamentale, ne varie qu'à l'intérieur de certaines limites, et qui, de ce fait, auraient en commun

un certain ensemble de caractères morphologiques et ethnologiques. » Les éléments de cette composition héréditaire se manifestent par des réactions biologiques du sang et des humeurs. Il suffit au chercheur de quelques gouttes de sang, pour leur arracher le secret de leur origine et y découvrir certaines maladies; et les analyses biologiques ont permis de définir le degré de parenté de certaines espèces, et peut-être de résoudre le problème de la recherche de la paternité.

En restant dans le domaine des certitudes on peut distinguer une spécificité d'origine ; c'est la marque que l'espèce a imprimée aux humeurs et aux cellules, et qui fait par exemple que la caséine de vache diffère de la caséine de femme ; ce sont surtout le sang et les humeurs qui réalisent cette spécificité d'origine.

Mais il est une spécificité de constitution, qui est plus représentative de l'organe que de l'espèce : par ses propriétés biologiques, l'extrait de cristallin de cobaye se différencie peu de l'extrait de cristallin de mouton ; mais il se distingue facilement d'un extrait d'un autre organe du cobaye ; « il est d'abord cristallin avant d'être cobaye ». Mais, bien entendu, « il reste admis qu'à côté de ces caractères communs aux cellules appartenant à un organe déterminé, chacune des cellules de ce même organe renferme d'autres éléments qui lui confèrent la spécificité de l'espèce et de l'individu. » (Abderhalden).

***

Sont-ce là phénomènes si particuliers qu'ils méritent une étude spéciale, et soient irréductibles aux lois physico-chimiques ?

Jusqu'ici, seule la biologie a voix au chapitre. Seule par la mise en évidence des phénomènes de l'immunité, de l'anaphylaxie, etc., elle nous dévoile la notion de spécificité. La chimie assiste étonnée, curieuse mais encore impuissante : elle ne peut expliquer que deux globulines provenant d'espèces différentes, mais présentant une constitution chimique semblable, produisent par injection au même animal des effets différents. Elle dresse des plans et définit son rôle qui « sera d'étudier la marque chimique que l'espèce a imprimée aux divers protéiques, de nous dire à quelles particularités de structure est liée cette spécificité. » (Lambling). Mais là se borne encore son intervention.

La physique ne nous a pas encore livré l'explication complète de la spécificité. Il est vrai que certaines réactions humorales, d'allure purement « vitale », se réduisent en dernière analyse à des bouleversements physiques des colloïdes humoraux. Ceci prouve, une fois de plus, ce que Cl. Bernard avait prévu « que les influences physicochimiques nécessaires au fonctionnement des propriétés de la matière vivante sont les mêmes que celles qui président à la manifestation des propriétés de la matière brute. » Mais « le mystère de la vie ne réside pas dans la nature des forces qu'elle met en jeu, mais dans la direction qu'elle leur donne. » De cette direction, la spécificité est une des manifestations capitales et encore inexpliquée. On nous cite des analogies ; on signale qu'une substance n'est « étrangère » à un organisme que parce que sa constitution physique en diffère : quelquefois une simple hydratation suffisant pour la dépouiller de ce caractère d'étranger. De même cette adaptation si rigoureuse de la défense à l'ennemi à combattre n'est que le maintien d'un équilibre incessamment menacé, et que l'on retrouve réalisé en physique dans la loi de Lenz, la loi de Le Chatelier, etc.

Mais ce sont là des analogies qui ne valent pas une démonstration scientifique : l'explication physicochimique de la spécificité n'est pas encore donnée.

***

La personnalité biologique est la somme coordonnée des spécificités humorales et cellulaires.

Dans l'être pluricellulaire, toutes les fonctions différenciées et la spécificité elle-même réalisent la division du travail : mais la différenciation ne se développe qu'aux dépens de l'indépendance et du pouvoir vital de la cellule; plus la spécificité s'élève dans les différents tissus et plus ils s'éloignent de la « cellule à tout faire » que l'on trouve dans la vie embryonnaire. Ne pouvant se suffire à eux-mêmes, leur différenciation n'a de valeur que rapportée à l'ensemble. Aussi ne faudrait-il pas s'égarer dans les sentiers du *polyzoïsme* que Gœthe a défini admirablement: « Tout être vivant n'est pas une unité, mais une pluralité; même lorsqu'il nous apparaît sous la forme d'un individu, il est une réunion d'êtres vivants et existants par eux-mêmes ». « Qui dira, a dit encore M. Bergson, où commence et où finit l'individualité, si l'être vivant est un ou plusieurs, si ce sont les cellules qui s'associent en organisme ou si c'est l'organisme qui se dissocie en cellules? » Mais ce qui domine toutes ces vies cellulaires c'est le consensus, l'harmonie qui font l'unité de l'individu complexe. Delagé aimait à montrer combien plus importante était l'unité d'origine de toutes les cellules d'un être que leur multiplicité actuel-

le : l'œuf renferme l'être en puissance et les innombrables cellules qui composent le corps humain dérivent toutes de l'œuf par bipartitions successives. Toutes, elles contiennent l'élément spécifique de l'être, et concourent à réaliser la personnalité biologique. Sans doute, on peut les isoler, les cultiver comme le fait M. Carrel; et l'on assiste à l'entretien indéfini de la vie, sous un aspect invariable, à la multiplication cellulaire dans les milieux artificiels. Mais ce n'est qu'un battage éhonté de la grande presse d'information que de dire qu'on a arraché son secret à la vie; la culture réalisée d'une cellule, et à quel prix ! laisse entier le mystère prodigieux : l'harmonie qui règne dans l'être pluricellulaire et qui constitue la personnalité biologique; et il n'est que de remarquer que la vie de l'individu commence à la naissance et se termine au moment de l'arrêt définitif du cœur, pour constater que ces limites ne sont pas celles de la vie des tissus : ceux-ci meurent indépendamment, après la mort générale, après la disparition de la personnalité.

Et nous trouvons la codification de tous ces faits dans la loi de constitution des organismes édictée par Cl. Bernard ; la respiration, la circulation, la dépuration excrémentielle n'existent pas pour elles-mêmes, elles existent pour la régulation du milieu intérieur, pour la constance de la personnalité biologique.

*
* *

Si l'on cherche les origines de la personnalité biologique on les trouve enfouies pour une part dans le domaine mystérieux de l'hérédité. L'œuf garde le secret que nous nous efforçons de lui arracher: ces substances, ces éléments spécifiques pour une espèce déterminée, qui perpétuent la forme ancestrale à travers des personnalités différentes, nous cherchons à les définir.

Johannsen s'est contenté de les qualifier « gènes » tandis que d'autres plus audacieux ont voulu les localiser dans certaines formations nucléaires, chromosomes, chromidies, etc..... accessibles à nos sens. Mais c'est limiter à plaisir un problème qui, nous l'avons vu, est beaucoup plus complexe, puisque l'atome d'albumine cellulaire porterait la marque de la spécificité.

L'hérédité n'intervient pas seule dans la genèse de la personnalité biologique. Les grandes lois scientifiques modèlent et transforment le fond héréditaire. Sans doute l'évolution porte sur les formes spécifiques beaucoup plus que sur le fond vital; sans doute la forme obéit à la loi d'adaptation, tandis que le fond vital lui obéit difficilement (Dastre).

Mais il serait vain de nier l'influence du milieu et des circonstances. Les « interactions », toujours très complexes et variées, impriment un caractère *personnel* à chaque individu. « Lorsque deux individus de la même espèce diffèrent entre eux, dit M. G. Bohn, cela peut tenir à ce que les gamètes dont ils sont issus n'étaient pas identiques, mais aussi à ce qu'ils ont évolué dans des conditions différentes ». A tous les âges la personnalité biologique subira cette adaptation: la spécificité de l'adulte continue celle de l'enfant qui continue celle des parents, mais aucune n'est absolument semblable à l'autre; car, de la naissance à la mort, trop de facteurs sont intervenus qui ont modifié la personnalité originelle, et dont nous pouvons dans certains cas surprendre l'action.

Une longue hérédité campagnarde a façonné la personnalité du paysan; biologiquement il diffère du citadin. Transplanté hors des champs, à la caserne, à l'usine, à la ville il devient le jouet des épidémies. Avec le temps et par sélection, l'accoutumance s'établit, mais la personnalité biologique du nouveau citadin ne sera pas la même que celle de l'ancien paysan.

L'alimentation joue aussi son rôle et peut orienter la spécificité chimique dans des sens divers: la graisse d'un chien qui ingère beaucoup d'huile est liquide à o degré; si au contraire on fait absorber à un autre animal des graisses à point de fusion élevé, du suif de mouton, par exemple, sa graisse devient très solide et semblable à celle du mouton.

Il est hors de doute que les infections, les intoxications dont nous sommes les victimes créent en nous des spécificités nouvelles. Le syphilitique est un être dont la personnalité est à jamais marquée du sceau du tréponème; le long des mois, des années, des générations cette empreinte se perpétue; elle façonne, hélas! quelquefois les idiots, souvent des dégénérés, peut-être préside-t-elle à l'éclosion de certains génies. Elle transforme à coup sûr la personnalité biologique, mais elle ne la remplace pas, elle n'ajoute qu'une note nouvelle: car le sérum de deux individus syphilitiques présente une réaction de Bordet Wassermann également positive; mais identiques sur ce point, ils diffèrent au total, car leur spécificité chimique, leur personnalité biologique demeure. Pour être moins évidentes sans doute, les influences s'accumulent de toutes les autres maladies qui nous frappent. Certes on pourrait nous opposer qu'il ne tient qu'à nous de les effacer, de les user par un trai-

tement approprié. Mais en fin de compte nous substituons l'élément thérapeutique à l'élément morbide: si chez le syphilitique que nous gavons de mercure et d'arsenic nous effaçons l'empreinte du tréponème, nous impreignons son organisme de toxiques qui modifient à coup sûr sa constitution physicochimique. Et il en sera de même de toutes les médications, et des vaccinations en particulier. Un vaccin est une maladie atténuée, et son efficacité est la meilleure preuve qu'il modifie notre personnalité: nous n'en voyons que les résultats immédiats et limités à la susceptibilité vis-à-vis de la variole, de la fièvre typhoïde, etc... Mais nous en ignorons le retentissement lointain; nous ne savons pas quelles répercussions peuvent avoir de telles pratiques sur la physicochimie de la substance vivante; toutes les vaccinations imposées (variole, typhoïde) toutes les sérothérapies modifient à coup sûr la moyenne des personnalités biologiques. Et si nous ne pouvons dire qu'elle en sera l'influence terminale sur la race, nous pouvons du moins affirmer que des spécificités nouvelles, d'origine thérapeutique, viennent modifier la personnalité individuelle, et peut-être la biologie humaine. Et à ceux qui resteraient sceptiques sur la persistance de telles influences, rappelons encore qu'un centimètre cube de sérum injecté sous la peau suffit à marquer l'individu et à le rendre sensible à une deuxième injection faite dix ans plus tard! Par cet exemple de l'anaphylaxie, jugeons quelles accumulations de spécificités acquises édifient notre personnalité actuelle!

Enfin l'homme ne peut prétendre à un isolement royal dans le monde. Quelques heures après sa naissance, des micro-organismes, des parasites envahissent son corps, s'y développent y déversent les produits de leurs sécrétions; et en regard d'une lutte constante menée contre certains ennemis du dehors, microbes pathogènes, une association se fonde, une adaptation s'établit entre le fonctionnement physiologique de nos organes et d'autres microorganismes et parasites qui vivent en nous. Les exemples de vie en symbiose deviennent tous les jours plus nombreux qui paraissent facteurs du développement pour l'individu, et de perfectionnement pour l'espèce (1).

Si multiples que soient les influences s'exerçant sur notre personnalité originelle, elles n'arrivent pas à uniformiser les individus, à faire avec la matière vivante un type de composition toujours comparable. On a dit récemment (Friedel) que l'individualité, notion physiologique, dépend des conditions morphologiques. Il est vrai que le mystère de la forme illustre bien celui de la personnalité : c'est un problème complexe dont on soupçonne quelques données, tels certains produits de glandes à sécrétion interne (substances morphogénétiques de Gley, sécrétion morphogène du corps thyroïde). Mais il n'est qu'un aspect du problème plus vaste de la personnalité. « C'est une des merveilles de la biologie, écrit Gonklin, de voir que chaque individu formé par reproduction sexuelle est pratiquement unique : c'est le premier et le dernier identique à lui-même ».

* * *

Ainsi il est faux d'affirmer que la science impose l'unification, la généralisation des types individuels.

Cette tendance que l'on cherche à couvrir du manteau scientifique correspond seulement à notre impuissance devant le complexe et à notre soif de simplification. Certes, pour notre amour-propre intellectuel, pour la commodité de l'enseignement, il fait bon pouvoir raisonner sur un type général, effacer les caractères personnels, jeter les individualités dans un moule commun, les plier toutes à un joug uniforme. Alors, et avec quelle luxuriance, les lois générales fleurissent, les systèmes éclosent ; avec quelle rigueur des formules mathématiques, des barêmes se dressent, qui règlent et mesurent les réactions organiques de façon définitive et pour tous les individus!

Or, ces conditions géométriques imposées aux phénomènes biologiques sont un non-sens : rien n'est absolu en biologie et les généralisations sont trompeuses.

Il n'y a pas de maladies, disent les médecins, il y a des malades : car l'observation journalière leur montre que tout être, de la naissance à la mort, dans la souffrance et dans la joie, dans la maladie et dans la santé, réagit suivant un mode individuel.

Les recherches biologiques n'ont fait que confirmer et rendre plus évidente la spécificité personnelle. Avant toute expérimentation, chez l'animal comme chez l'homme, il faut établir la formule individuelle. Certes les lois générales valent partout et régissent tous les phénomènes, mais leur application et leurs résultats sont coordonnés dans chaque cas particulier. Scientifiquement et par la multiplicité des combinai-

(1) V. *La Symbiose.* — *Mercure de France*, 16 décembre 1919.

sons physico chimiques il ne peut en être autrement.

Si tant de savants répugnent à admettre la personnalité biologique, c'est que cette notion bouscule leurs théories et leurs systèmes. « Ce qui importe surtout, disait Cl. Bernard, c'est de ramener les idées aux faits et non les faits aux idées ». Que n'ont-ils entendu le précepte du maître ceux qui font grief à la notion de personnalité de rajeunir la théorie de Kant ou de ressusciter la doctrine de la finalité interne ! Comme si de tels reproches pesaient en regard des faits, et comme si notre incapacité à comprendre un phénomène était la preuve de son inexistence !

« La maladie principale de l'homme est la curiosité inquiète des choses qu'il ne peut savoir, et il ne lui est pas si mauvais d'être dans l'erreur, que dans cette curiosité inutile... Incompréhensible (la notion de personnalité biologique)? Tout ce qui est incompréhensible ne laisse pas d'être ». (Pascal.)

Dr Pierre Mauriac,
Professeur agrégé à l'Université de Bordeaux.

REVUE INDUSTRIELLE

LA STRUCTURE DES SURFACES DE VERRE TRAVAILLÉES

On imagine communément que les surfaces de verre, dégrossies à l'émeri comme celles qui limitent les pièces de verre avant le polissage, ont une structure continue, c'est-à-dire sont formées par un ensemble de creux et de bosses aux contours plus ou moins arrondis. Il résulte de travaux récents que la réalité est fort différente, et qu'elle se rapproche beaucoup plus d'un complexe de fentes ou de fissures. Et le rôle principal du polissage est en définitive d'enlever une couche de matière dont l'épaisseur soit supérieure ou au moins égale à la profondeur maxima des fissures résultant de l'opération précédente.

Le mécanisme du rayage du verre. — La pratique bien connue du dégrossissage à l'émeri des pièces de verre d'optique peut en dernière analyse être considérée comme résultant du tracé, — sur la surface à façonner, et au moyen des grains d'émeri, — d'un nombre considérable de traits fins. Il y a donc tout lieu de penser que l'étude relativement simple de la formation d'un trait à la surface du verre entraînera la connaissance du mécanisme beaucoup plus complexe de l'action des abrasifs.

Nous allons considérer deux tracoirs, l'un moins dur (acier), l'autre plus dur (diamant) que l'émeri. Le tracé avec une pointe d'émeri donnera vraisemblablement lieu à des phénomènes intermédiaires entre ces deux extrêmes.

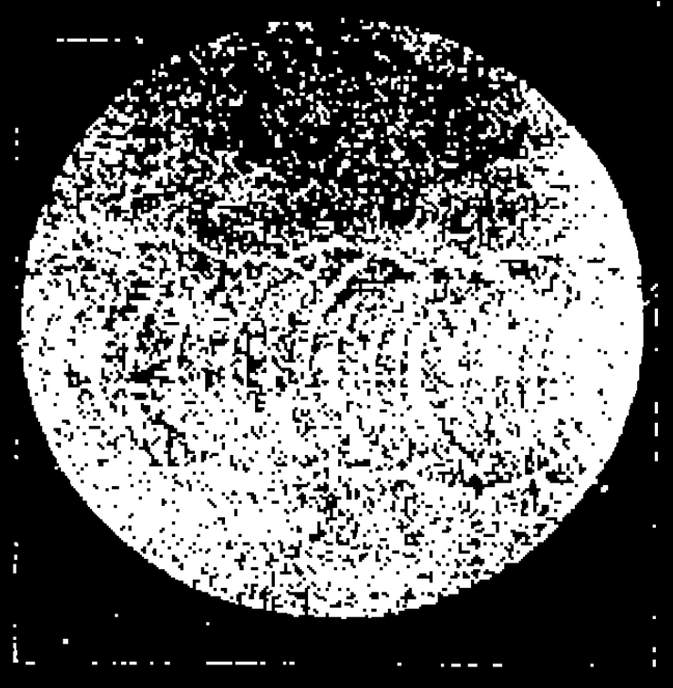


Fig. 39

1° *Pointe d'acier.* — Les expériences ont été faites par beaucoup d'auteurs, soit avec une pointe mousse, par conséquent de forme grossièrement sphérique, soit même avec une bille d'acier glissant sur le verre sans tourner. Dans l'un et l'autre cas, lorsqu'une pression suffisante est appliquée, capable de dépasser la limite d'élasticité de la substance, il se produit un bruissement caractéristique, et un trait apparaît sur le verre. La structure de ce trait, *à priori* fort inattendue, est visible sur les figures ci-contre (39 et 40), obtenues par photographie au microscope. La figure 39 représente une vue en plan. La pointe, qui est passée sur la surface du verre dans la direction de la flèche, fait un angle

Fig. 40

aigu avec la portion du plan située en arrière de la pointe (par rapport au mouvement). On voit que le trait consiste en un double système de fissures en forme d'arcs de cercles : 1° une série de fissures normales à la direction du trait ; la convexité de l'arc est diri-

gée du côté d'où vient la pointe ; 2° des fissures de direction moyenne parallèle à l'axe du trait.

Sur la figure 40, les mêmes fissures transversales sont vues de profil (la moitié supérieure de la figure est l'image que donne de la portion inférieure la surface plane du verre, fonctionnant comme miroir plan du fait de la réflexion totale). Les fractures, visibles en noir sur fond clair, se présentent avec une forme hyperbolique, le sommet de l'hyperbole étant tourné du côté où va la pointe, dont le sens de parcours est indiqué par la flèche.

Si, au lieu d'une pointe, ou d'une bille d'acier se déplaçant d'un mouvement de translation, on promène sur la surface du verre une bille tournante, assez fortement chargée, on obtient des effets analogues, à ceci près que les fissures latérales sont absentes ou faibles, que les fissures transversales ont leur convexité dirigée dans le sens du mouvement, et enfin qu'il apparaît un système de fissures axiales dont résulte une rupture des tranches de verre comprises entre les fissures transversales. La figure 41 montre très nettement ce triple caractère.

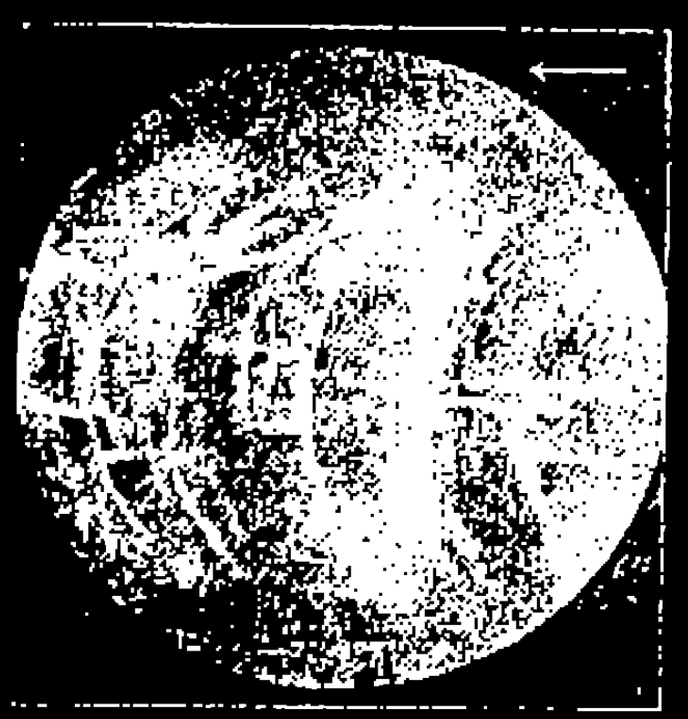


Fig. 41.

Il convient enfin, pour l'intelligence de ce qui va suivre, de bien remarquer que, malgré le morcellement important de la couche superficielle au passage du corps dur, l'enlèvement de substance est toujours tout à fait insignifiant.

3° *Tracé au diamant.* — Un certain jour théorique est jeté sur cette question par les expériences de Balladay et Twyman. Ces auteurs ont examiné en lumière polarisée un bloc de verre sur lequel avait été tracé un trait au diamant, et des figures obtenues ont pu conclure que pendant le tracé du trait les forces sont réparties de la façon suivante : immédiatement au-dessous du diamant, il y a une *région* de violente tension horizontale (en supposant le trait tracé horizontalement), dirigée normalement à la trajectoire du diamant; cette région, qui se trouve à moins de 1/10 de *mm.* de profondeur, est brusquement suivie par une zone de compression le long de laquelle la compression décroît progressivement pour s'évanouir à 2 ou 3 mm. de la surface. La région tendue est extrêmement petite, et la tension doit être considérable, bien que, en raison précisément de la petitesse de la zone où elle se manifeste, il soit impossible de l'estimer même grossièrement. La fissure relativement profonde que laisse le diamant sur son passage peut donc être considérée comme une sorte de déchirure de la couche superficielle sous l'effet d'une tension dépas-

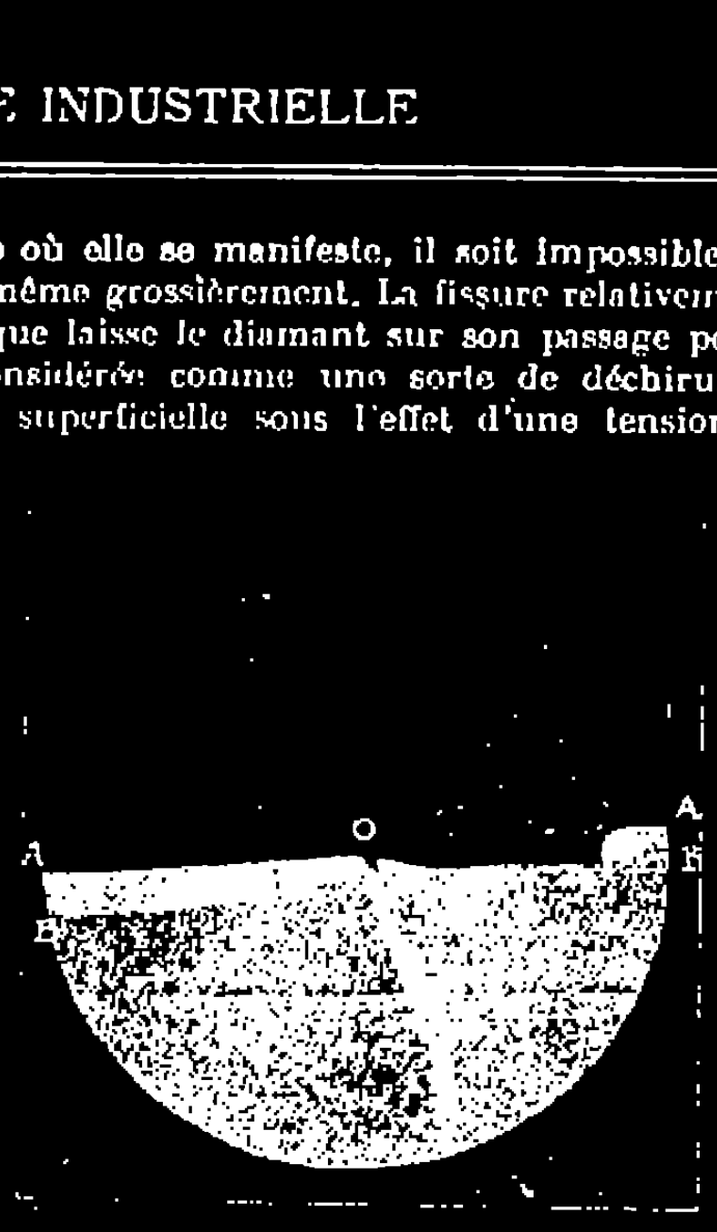


Fig. 42

sant la limite d'élasticité de la substance. Voici maintenant des expériences directes de Preston, qui corroborent cette manière de voir. Il faut d'abord remarquer que la partie traçante du diamant n'est pas un des sommets du cristal, mais une arête, résultant de l'intersection de faces courbes, et par conséquent courbe elle-même... Quoique fine, cette arête n'est pas aiguë ; elle résulte de l'intersection de deux faces faisant entre elles un angle très obtus.

La structure du trait du diamant se manifeste sur les figures 42, 43 et 44. Il se produit le long du trait trois systèmes de fissures longitudinales, une fissure médiane, profonde, presque verticale, par laquelle se produit précisément la séparation de la pièce ; deux systèmes de fissures latérales, orientées parallèlement à la surface, très voisines de celle-ci, *sous-cutanées* en quelque sorte. La figure 44 montre la section droite du trait. AA est la surface initiale du verre, O est le

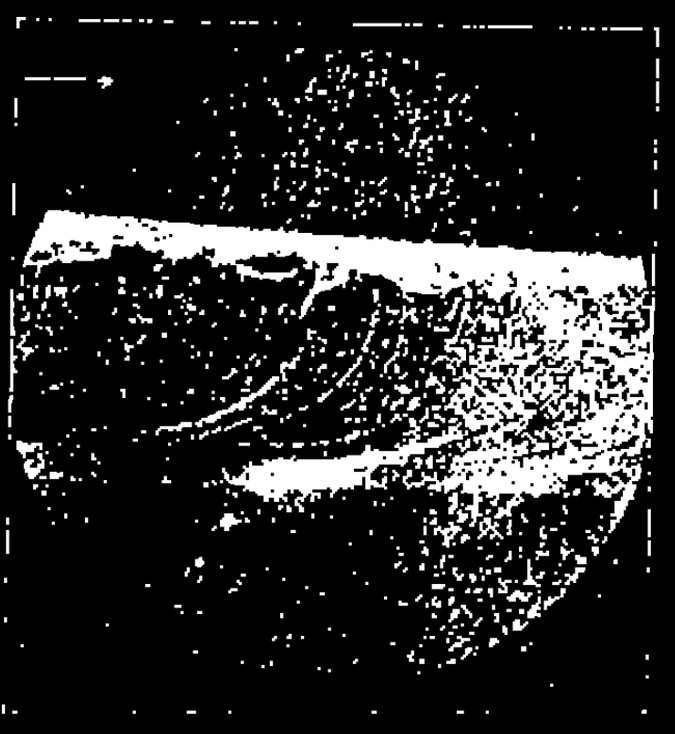


Fig. 43

trajectoire du diamant, OB, OB sont les deux fissures latérales ; OC la fissure médiane. Le point C correspond à la profondeur moyenne de la fissure (ici la fissure s'est étendue par rupture de la pièce). La vue en élévation de la fissure médiane apparaît sur la figure 43. La flèche indique le sens de parcours du diamant. On voit que la fissure médiane n'a pas la structure continue à laquelle on pourrait s'attendre. Des inégalités se produisent, suivant un système de courbes ayant la forme générale de celles qui correspondent aux fissures dues à la pointe d'aiguille, et qui établissent un certain lien entre les deux phénomènes. Il faut remarquer, en quelques points de la coupe, l'apparition d'un système de courbes orthogonales aux précédentes. La fissure médiane est vue en plan sur la figure 44. De part et d'autre du trait noir se voient de fines craquelures longitudinales, qui rappellent encore les arcs latéraux du trait à la pointe d'aiguille.

La structure des surfaces dégrossies a l'émeri. — La méthode traditionnelle employée pour façonner les surfaces de verre avant le polissage consiste, comme on sait, à les roder avec un abrasif pulvérent (sable

Fig. 44

ou émeri) interposé entre l'outil métallique (tampon) et la surface de verre à travailler ; par l'emploi de poudres de plus en plus fines, les grosses irrégularités de la surface sont détruites de proche en proche, jusqu'à l'obtention d'un grain très fin. La surface ainsi *doucie* est prête pour le polissage. Il y a du reste une limite dans l'emploi de poudres d'abrasif de plus en plus fines ; il se produit un grippage pour les poudres trop fines ; et malheureusement cette limite est telle que les irrégularités restantes sont encore un peu plus grandes que la longueur d'onde de la lumière visible. Lord Rayleigh a montré que la surface paraîtrait polie si l'on pouvait la doucir un peu plus, auquel cas le polissage final, opération longue et coûteuse, deviendrait inutile.

Il est universellement admis qu'une surface de verre dégrossie à l'émeri est formée par un ensemble de creux et de bosses de très petites dimensions. Cette croyance est non seulement répandue dans les ateliers d'optique, mais elle est toujours implicitement supposée par les auteurs les plus compétents, comme Lord Rayleigh, J.-W French et autres. Des récentes expériences de Preston, dont nous allons analyser les résultats essentiels, résulte une idée sensiblement différente, et en tout cas plus précise, de l'état du verre dans les couches superficielles après rodage à l'émeri.

De plus, les premiers expérimentateurs, comme

Fig. 45

Hooke et Herschel, ne voyaient dans le polissage qu'un prolongement de l'opération précédente, c'est-à-dire du dégrossissage. Lord Rayleigh, cependant, entrevit dans le polissage une action radicalement différente de celle mise en œuvre lors du dégrossissage, et de nature vraisemblablement moléculaire. Et, il y a quelques années, Beilby a montré qu'une surface polie doit être considérée comme ayant atteint pendant un instant une mobilité comparable à celle d'un liquide, permettant aux molécules de s'orienter avec une certaine liberté sous l'action des forces dues à la tension superficielle. Osmond a soutenu une thèse analogue. Cette théorie ne doit cependant pas faire perdre de vue le

Fig. 46

rôle joué par les actions abrasives des substances employées pour le polissage.

Revenons au dégrossissage des surfaces. On suppose d'ordinaire qu'un grain d'abrasif agit en repoussant la matière qui s'oppose à son passage, soit qu'il s'im-

plante dans le verre et produise un éclat conchoïdal, soit qu'il arrache le sommet d'une proéminence rencontrée. Il résulte de ce qui va suivre que le mécanisme réel est en général très différent de cette image.

Nous avons vu plus haut que le passage d'un grain arrondi sur la surface du verre produit une série de fissures, la plupart orientées normalement à sa trajectoire. *Il n'y a pratiquement pas enlèvement de substance.* Dans le cas d'un grain abrasif présentant des pointes, il pourra se produire en outre, par place, des fissures de percussion, correspond au cas où une pointe se trouve venir rencontrer avec force la surface du verre, mais ce phénomène sera plutôt rare, et il en résultera, d'ailleurs, un très faible enlèvement de matière.

On doit donc s'attendre à ce que la surface ne commence à se *déshabiller* que lorsque les divers systèmes de fissures produites par le mouvement des grains de l'abrasif sur le verre sont devenus assez nombreux pour donner lieu à des intersections multiples dont résulte la chute spontanée des éclats de la surface ainsi libérés.

Preston a pu montrer, en effet, par des attaques sys-

FIG. 47

tématiques à l'acide fluorhydrique de surfaces dégrossies, que ces surfaces comportent de profondes fissures qui s'étendent bien au-dessous des irrégularités de la surface. Il a même pu le vérifier directement, par polissage d'une surface dégrossie au moyen d'abrasifs très fins. On a, par exemple, dépoli sur une face des lames de verre, et examiné au microscope la partie dépolie, en mettant au point successivement sur différents plans situés au-dessous des sommets des grains de la surface. Les figures 45, 46 et 47 reproduisent le résultat obtenu. Elles manifestent l'existence de profondes fissures qui prolongent bien au-dessous de la surface moyenne apparente les intervalles séparant les grains du verre. Alors que les creux les plus profonds s'étendent à une profondeur d'environ trois longueurs d'onde, les fissures qui les prolongent vers l'intérieur pénètrent dans le verre à une profondeur souvent triple. On a pu compter, dans certains cas, environ un millier de fissures par millimètre carré, mais il est probable qu'il y en a un nombre bien plus grand dans une surface finement doucie.

En résumé, le mécanisme de l'opération qui fait passer la surface de l'état dégrossi à l'état doucí paraît être le suivant :

Les grains de l'abrasif sont promenés par le tampon sur la surface du verre, produisant des rayures analogues comme structure à celles dues à la pointe mousse d'acier, ou au diamant, produisant aussi quelques fissures de percussion, ou de types intermédiaires ou mixtes.

Quelle que soit la nature du système de fissures ainsi produit, il n'y a pratiquement pas de matière enlevée à une région donnée de la surface, jusqu'à ce que plusieurs grains de l'abrasif y soient passés. Lorsque les fissures dues à ces multiples passages commencent à se couper, de la substance se détache, mais seulement de la partie supérieure du complexe de fissures ; les portions restantes des fissures s'étendent très au-dessous de la surface proprement dite ; elles constituent des prolongements aux portions en creux de cette surface.

La surface dégrossie ainsi obtenue, pleine d'étroites fissures, va devenir d'un travail plus aisé, car elle est plus fragile que la surface continue initiale. C'est ce qu'on observe couramment à l'atelier : la surface polie paraît recouverte d'une *peau* résistante, que l'on a attribuée parfois à l'existence d'une couche superficielle réellement plus dure que la masse. Cette supposition n'a, on le voit, rien de nécessaire, et, s'il existe en effet, comme nous le verrons, une couche superficielle de verre n'ayant pas les propriétés de la masse sous-jacente, celle-ci est beaucoup trop mince pour expliquer la résistance initiale à l'action des abrasifs grossiers. Cette résistance n'est due qu'à l'absence initiale de fissures, et représente la résistance réelle de la substance au rayage.

Lorsqu'on doucit la surface dégrossie, on ne fait pas voler en éclat des fragments du verre par une attaque frontale de l'abrasif. L'abrasif de plus en plus fin utilisé crée des systèmes de fissures de plus en plus petites, dont les intersections continuent l'enlèvement des inégalités par le mécanisme déjà décrit. La surface doucie présente donc toujours la même structure fondamentale de grains séparés par des systèmes complexes de fissures ; la différence est de degré et non de nature ; les grains comme les fissures ont pris des dimensions de plus en plus petites à mesure que se poursuivait le travail.

LA STRUCTURE DES SURFACES POLIES. — Après que le verre a été façonné par les procédés étudiés ci-dessus, il est encore nécessaire de polir les surfaces ainsi obtenues. On emploie dans ce but un abrasif assez fin, porté par une substance capable de céder aux pressions excessives par déformation élastique ou plastique. Les substances ordinairement employées dans la catégorie élastique sont le bois, le drap, le feutre ; dans le groupe plastique, la poix et la cire. Ces méthodes ne sont pas nouvelles. Il y a cent ans, Brewster en fit un exposé qui montre que le principe est resté le même au cours d'un siècle.

Nous ayons déjà vu que Beilby avait été conduit à admettre, à la surface polie du verre, l'existence d'une couche de matière répondant aux propriétés des fluides. Cette substance est donc amorphe par nature, même si la masse sous-jacente possède une structure cristalline (cas des métaux polis).

Il est assez difficile, on le conçoit, de se prononcer sur l'épaisseur de cette couche amorphe, d'autant qu'il

y a continuité entre elle-même et la masse de verre sous-jacente qui constitue une autre variété de substance amorphe. Beilby a suggéré, à la suite d'essais sur la calcite, une épaisseur de l'ordre de 1/5 de longueur d'onde ; French, de son côté, admet le nombre très supérieur de 8 longueurs d'onde.

Preston, en mesurant des vitesses comparées d'attaque à l'acide fluorhydrique (la couche amorphe et fluide superficielle se laisse attaquer plus vite que la masse sous-jacente), a pu préciser ces données. Les résultats qu'il a obtenus ne s'interprètent qu'en admettant pour la couche superficielle une épaisseur extrêmement petite, de l'ordre de 1/10 de longueur d'onde.

Le même procédé d'attaque à l'acide fluorhydrique peut fournir des renseignements d'un autre ordre sur l'état de la surface polie, par la considération des figures de corrosion. A priori, on doit s'attendre à ce qu'une substance qui, lors du polissage, a été portée superficiellement à un état voisin de la fluidité, puis s'est en quelque sorte pétrifiée dans cet état, ne présente aucune trace d'organisation. Et, en fait, un examen au

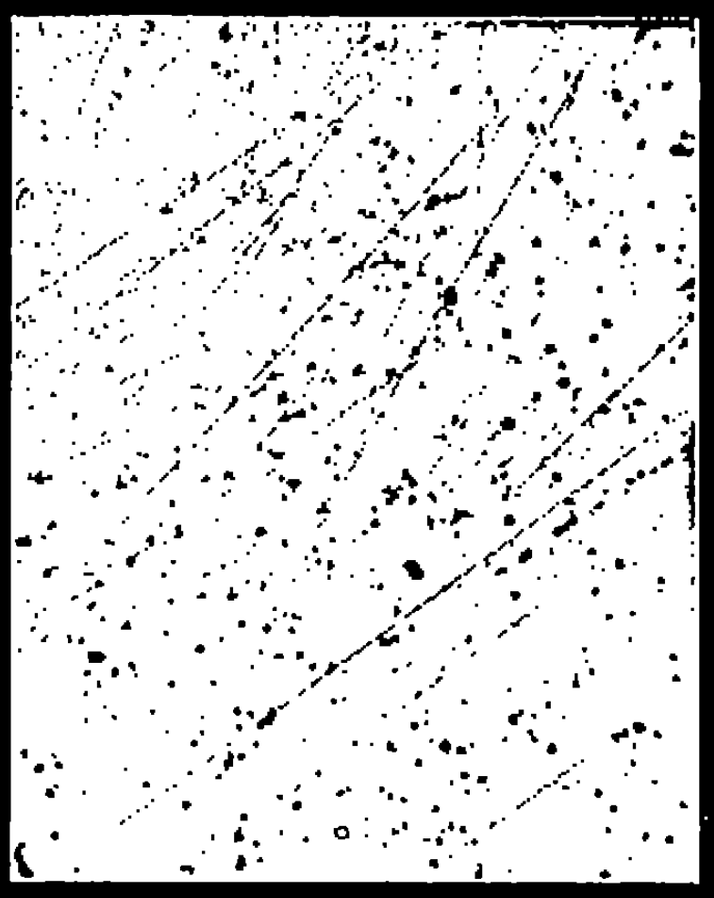


Fig. 48

microscope d'une surface de verre polie à la manière ordinaire ne révèle en général aucun accident visible. Cependant, si la même surface est légèrement attaquée à l'acide fluorhydrique faible, et si on l'éclaire latéralement, on aperçoit toute une série de figures, qui s'interprètent assez bien en se basant sur ce qui précède.

Les figures 48 et 49 montrent des types de figures ainsi obtenues. La figure 48 représente la structure d'une lentille polie au rouge d'Angleterre ; on voit que la surface est sillonnée d'un nombre considérable de traits extrêmement fins et de grande longueur. Ces traits se dirigent dans tous les sens indistinctement, et couvrent une très grande partie de la surface, mais ils sont d'une si grande finesse que l'on n'a pu trouver de procédé d'éclairement capable de les faire apparaître tous à la fois. On a dû se servir de l'éclairage latéral produit par un condensateur à fond noir (employé dans l'ultra-microscope), et alors seuls sont rendus visibles les traits dont la direction est perpendiculaire à la direction des rayons lumineux qui les éclairent.

La figure 49 représente le même champ que la figure 48, mais avec un éclairage qui permet d'apercevoir seulement les traits les plus épais, quelles que soient leurs directions.

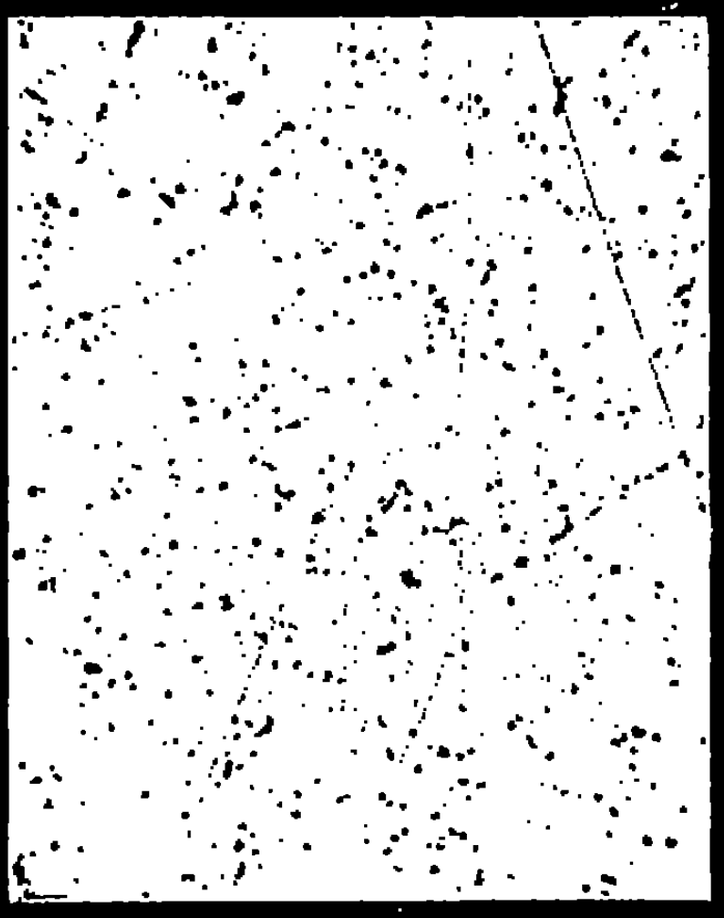


Fig. 49

La figure 50 reproduit un autre type de figure de corrosion. La surface a été polie au bioxyde de manganèse grossier. Ici la structure rappelle celle des traits obtenus à la pointe mousse, mais avec des dimensions

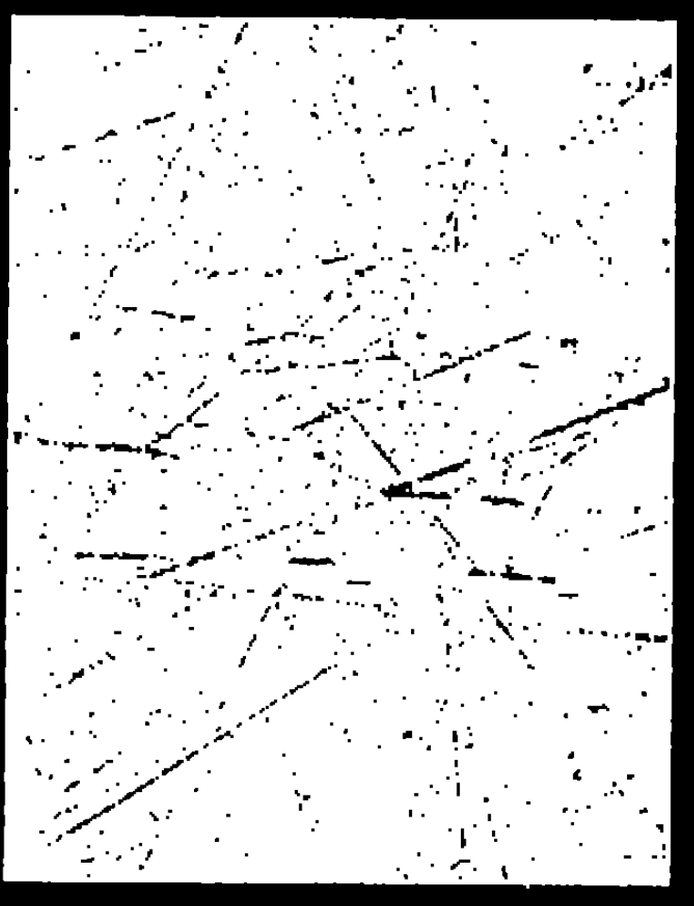


Fig. 50

beaucoup plus réduites. D'une façon générale, toutes les fois qu'on a pu l'observer, la structure du trait est celle de la *pointe glissante*, et non de la sphère roulante. Ainsi, au cours du polissage *les grains de*

l'abrasif se déplacent d'un mouvement de translation.

Il est vraisemblable que la largeur de la plupart des traits mis en évidence par cette méthode d'attaque doit tomber au-dessous d'une demi-longueur d'onde. En admettant que leur structure soit la même que celle des traits plus gros, il en résulte que l'épaisseur de la couche temporairement fluide doit être extrêmement faible, de l'ordre de grandeur déjà indiqué plus haut (1/10 de longueur d'onde), sans quoi la liquéfaction superficielle ferait disparaître toute trace apparente du travail de polissage.

Il reste maintenant à décider si, dans les conditions de travail du verre à l'atelier, l'enlèvement du verre au polissage est ou non un phénomène d'ordre moléculaire. Il est possible d'obtenir une surface polie sans l'aide d'aucun abrasif. Dans ce cas, il est présumable que l'action est moléculaire ; du verre est enlevé, et peut être retrouvé ensuite sur la surface du polissoir (French). Mais le progrès du polissage est alors très lent ; les abrasifs permettent de l'accélérer dans une large mesure. La vitesse du polissage croît avec la taille des grains de l'abrasif (jusqu'à une certaine limite, bien entendu).

On peut donc se faire du mécanisme du polissage l'idée suivante (au moins dans le cas du polissage à la poix) :

Au début de l'application de l'abrasif, les particules en couche mince sont mues sur toute la surface du verre, produisant d'innombrables traits analogues (en petit) à ceux de la figure 39, mais dont les fissures sont de dimensions ultramicroscopiques, ou presque. Ces traits, se coupant dans tous les sens, brisent la surface en un complexe de fissures. Si alors on produit le polissage à sec, la substance polissante vient en contact intime avec la pièce, et la cohésion commence à entrer en jeu entre le polissoir et la pièce. A cet état l'effort nécessaire pour mouvoir le polissoir s'accroît énormément, et tout le complexe de fissures est séparé par la base. En même temps, un léger mouvement moléculaire se produit sur la surface nouvellement apparue, sous l'effet de la tension superficielle, qui provoque un nivellement général de la surface, en faisant disparaître les creux et les saillies. On obtient alors l'état correspondant au poli spéculaire définitif.

En résumé, sous le jour des récents travaux dont les principaux résultats sont indiqués dans les pages précédentes, le travail du verre prend un aspect nouveau et imprévu. Intéressant en lui-même, cet aspect explique en outre certains tours de main employés inconsciemment par les opticiens. Et surtout, il est destiné, en permettant de mieux comprendre le mécanisme des actions utilisées, à faire surgir des perfectionnements, importants peut-être, dans les méthodes, à permettre l'obtention de surfaces plus belles, en moins de temps et à meilleur marché.

L. Brüninghaus,
Docteur ès Sciences,
Agrégé de l'Université.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Avril 1922).

Analyse. 1 et 9. M. *N.-E. Nörlund* étudie les séries de Stirling-Lagrange et de Newton, qui se présentent dans la théorie de l'interpolation. Si la première converge au voisinage d'un point quelconque, elle convergera dans tout domaine fini du plan et représentera une fonction entière $F(z)$ telle que

$$|F(re^{iv})| < re^{\pi r} \text{ . const ;}$$

en fait, la série diverge dans tous les cas que l'on rencontre en pratique. — La série de Newton converge dans des cas beaucoup plus étendus. Pour que $\mathcal{F}(z)$ puisse se représenter en série de Newton, il faut et il suffit que $\mathcal{F}(z)$ soit holomorphe pour $\mathcal{R}(z) > \lambda$ et que dans ce demi-plan, on ait

$$|\mathcal{F}(z)| < e^{k|z|}$$

2. Considérons l'ensemble des points de $x'0x$ dont les abscisses sont entières et peuvent être écrites uniquement à l'aide de 0 et de 1. Certains de ces points sont contigus d'un côté à de grands intervalles vides, et se rattachent de l'autre côté à des régions dont la structure est sensiblement constante. Au point de vue cosmogonique, il y aurait intérêt à rechercher, comme l'indique M. *Emile Borel*, si la répartition des masses dans l'Univers, conformément au schéma précédent, est compatible avec les conditions à l'infini fournies par la théorie de la relativité généralisée.

3. M. *Ivar Fredholm* étudie l'équation intégrale

$$\varphi(t) + \lambda \int_{-\infty}^{+\infty} f(t,s)\varphi(s)ds = \alpha(t)$$

où l'on a : $$f(t,s) = \frac{1}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial s}\log\frac{\Phi(s) - \Phi(t)}{\overline{\Phi}(s) - \overline{\Phi}(t)}$$

$\Phi(s)$ et $\overline{\Phi}(s)$ étant deux fonctions rationnelles à coefficients imaginaires conjugués. Il en donne les noyaux itérés et en fait connaître les propriétés, à l'aide de la représentation conforme et de considérations électrostatiques.

4. On sait qu'il existe des systèmes algébriques qui, par aucun changement de variables, ne peuvent être ramenés à la forme canonique de M. Delassus. En s'appuyant sur ses propres résultats, M. *Maurice Janet* a obtenu une forme canonique invariante absolument générale. Il l'applique à l'exemple de la biquadratique, et, revenant au cas général, il envisage les répercussions de ses résultats sur la théorie des équations aux dérivées partielles, et le degré de généralité des solutions.

5 et 6. Répondant à une question posée (1) par M. Borel, M. *Torstèn Carleman* donne une limite supérieure, k, des sommes (1)

$$M_1^{\frac{1}{n+1}} + \ldots + M_{n+1}^{\frac{1}{n+1}}$$

M. *Emile Borel* fait ressortir l'importance du résultat et il ajoute qu'il y aurait intérêt à déterminer k d'une

(1) Voir la *Revue*, n° 7 (1922), p. 230.

façon plus précise, et à étudier les séries de terme général $M_n^{-\frac{1}{n}}$.

7. M. *G. Valiron* montre que lorsque l'ordre ρ d'une fonction entière $f(z)$ est entier, et lorsque la série $\Sigma R_n^{-\rho}$ est divergente, il en est de même de la série $\Sigma r_n^{-\rho}(x)$, sauf peut-être pour une seule valeur de x [R_n, module du $n^{\text{ième}}$ zéro de $f(z)$; $r_n(x)$, module du $n^{\text{ième}}$ zéro de $f(z) - x$]. En particulier le genre de $f(z) - x$ est ρ sauf, peut-être, pour une valeur de x. Le résultat peut être généralisé.

8. M. *E. Goursat* montre comment on peut former les invariants intégraux complets (au sens de M. Cartan) en partant directement des méthodes de H. Poincaré.

Géométrie. 1. M. *J. Le Roux* observe que, suivant la métrique adoptée pour l'étude du plan, son ds^2 aura des expressions différentes; et, si l'on calcule sa courbure à l'aide des coefficients de son ds^2, on trouvera des résultats variables avec le ds^2 adopté. Il en conclut que les résultats d'Einstein sur la courbure de l'espace n'ont aucune signification objective : ils se rapporteraient à une forme différentielle et non pas à une entité physique (*Physique Mathématique 4*). Mais, comme le fait remarquer M. *Emile Borel*, cette critique ne pourrait s'appliquer à la théorie d'Einstein que si son point de départ était exclusivement abstrait : or, au contraire, Einstein regarde la géométrie comme une science physique ; c'est donc l'expérience seule qui peut confirmer ou infirmer les résultats d'Einstein sur la courbure de l'espace.

6. D'ailleurs, comme l'observe M. *E. Cartan*, si l'on veut définir les déplacements à l'intérieur d'une variété de la manière la plus générale, le ds^2 ne suffit plus ; il ne renferme plus toute la réalité géométrique de l'espace. Pour arriver au résultat cherché, il faudra se donner les équations de structure d'un groupe, soit à l'aide des méthodes de S. Lie, soit par la méthode de l'Auteur, qui se rattache à la théorie du trièdre mobile et à la considération de certaines intégrales de surface associées à cette théorie. Les composantes du déplacement interviennent dans ces intégrales avec des coefficients constants si l'espace est euclidien ; il n'en sera plus ainsi, s'il est déformé, mais les formules obtenues jouissent encore de propriétés remarquables et permettent d'interpréter, par exemple, la loi de parallélisme de M. Levi-Cività.

2 et 5. A et B étant deux cercles quelconques de l'espace, il existe deux cercles K, K' orthogonaux à A et B, et tels que K et A soient sur une sphère a, tandis que K et B sont sur une sphère b, et que des propriétés analogues s'appliquent à K'. M. *E. Vessiot* associe alors au couple AB un pentasphère orthogonal formé par les bissectrices de a, b, celles de a', b' et une cinquième sphère orthogonale à AB. En particulier, prenons pour A et B deux génératrices infiniment voisines d'une surface cerclée S ; l'introduction du pentasphère correspondant simplifie d'une façon remarquable la géométrie sur la surface S.

3. A une surface (S) circonscrivons une surface réglée (Σ), tangente à (S) le long d'une courbe (C); pour que les directions des génératrices de (Σ) soient parallèles sur (S) au sens de M. Levi-Cività, il faut et il suffit, comme l'indique M. *A. Myller*, que (C) soit la ligne de striction de (Σ). Par ses conséquences, le théorème se rattache aux travaux de P. Serret, M. Dini et O. Bonnet.

Géométrie infinitésimale. — 1. M. *Bertrand Gambier* étudie les surfaces isothermiques qui ne sont ni de révolution, ni minima, et dont la représentation sphérique est isotherme. Partant de quadriques ou de cyclides et opérant par quadratures, il obtient de nouvelles surfaces, transcendantes, du type précédent.

2. Dans une seconde Note, suite à ses Notes antérieures (1), il se propose d'associer deux surfaces, avec correspondance des lignes de courbure et des asymptotiques (dans un sens); il obtient des surfaces dont l'équation aux dérivées partielles, du quatrième ordre, reproduit à un coefficient près celle de Weingarten pour les surfaces isothermiques.

Mécanique. 1 et 3. M. *Georges Rémoundos* montre que le système aux dérivées partielles rencontré par M. Boussinesq dans le problème de la poussée des terres peut être remplacé par une équation du second ordre, linéaire en r, s t. M. *E. Goursat* ajoute qu'on peut ramener le système par une transformation très simple à l'équation $s = \lambda(x\ y)$.

2. Comme conséquence de ses travaux antérieurs, M. *Frontard* montre qu'étant donnée une matière cohérente, de frottement interne nul, il est impossible d'en constituer un massif à talus rectiligne de hauteur supérieure à une limite déterminée, si faible que soit l'inclinaison du dit talus.

Calcul Mécanique. M. *Stanislas Millot* indique comment on peut résoudre à l'aide de balances toute équation de la forme $f_1 + \ldots + f_n = 0$. Les poids mobiles se déplacent sur des échelles graduées, tracées sur un plateau et perpendiculaires à l'axe d'oscillation du plateau. Toute position d'équilibre du système fournit une solution de l'équation.

René Garnier.

Physique du Globe

Origine de la chaleur solaire. — 1. On connaît la puissance du rayonnement solaire : par centimètre carré perpendiculaire aux rayons, la terre reçoit, par minute, 2 petites calories. Cela fait, d'après la distance du Soleil, 4×10^{33} calories pour l'énergie totale rayonnée pendant un an. Et, comme la masse du Soleil est d'environ 2×10^{33} grammes, on voit que, en moyenne, chaque gramme de la substance solaire perd annuellement 2 calories.

Cette perte annuelle ne paraît peut-être pas au premier abord bien surprenante. Ce qui est surprenant c'est qu'elle se soit maintenue *quasi stationnaire* pendant au moins un milliard d'années (durée pendant laquelle, d'après les géologues, les conditions climatériques terrestres n'ont guère différé des conditions actuelles) et probablement pendant un temps beaucoup plus long, dix milliards d'années peut-être ou plus encore. Chaque gramme de la substance du soleil a donc dû émettre une quantité de chaleur dépassant certainement 2 milliards et atteignant peut-être 20 milliards de calories, sans que le rayonnement total ait cessé de rester approximativement constant.

« Quelle peut-être l'origine de cette énergie, qui semble ainsi continuellement se régénérer, à mesure qu'elle se dissipe? » Tel est le problème qu'examine M. Perrin en une forte et captivante étude parue dans *Scientia* (novembre 1921).

2. On ne saurait chercher cette origine dans des réactions chimiques. Il faudrait admettre des réactions colossalement exothermiques par rapport aux plus violentes que nous connaissons : un soleil fait de phosphore et d'oxygène suffirait à peine durant quelques

(1) *Voir* par exemple, la *Revue* n° 9 (1922), p. 308.

milliers d'années au rayonnement actuel par la combinaison de ses constituants. A vrai dire, ces constituants seraient, aux températures élevées existant dans le Soleil, dissociés en atomes, ce qui augmenterait la réserve d'énergie ; un Soleil fait d'atomes d'hydrogène aurait de quoi rayonner 25.000 ans au taux actuel, par la seule condensation des atomes H en molécules H^2. Mais on est encore loin de compte.

Lord Kelvin a fait observer que la condensation de la nébuleuse primitive (chute vers le centre de ses particules sous la seule action de la gravitation) constituerait une source d'énergie beaucoup plus importante. L'énergie disparue dans la formation du Soleil équivaut (tellement il est grand !) à 30 millions d'années environ du rayonnement actuel. C'est là un intervalle de temps qui paraît énorme, mais qui est encore insuffisant. En sorte que la théorie de Lord Kelvin est impuissante à rendre compte du flux d'énergie déjà rayonné. Il reste à noter cependant que la simple réunion en un astre unique des masses éparses dans une Nébuleuse implique une très forte élévation de température.

3. La remarque suivante a mis M. Perrin sur la voie d'une théorie nouvelle : l'analyse spectrale des nébuleuses y révèle seulement deux éléments connus, ceux dont les atomes sont les plus légers, l'hydrogène et l'hélium, l'hydrogène en proportion prépondérante. De plus, certaines raies caractérisent au moins un élément inconnu (nébulium) dont la masse atomique, voisine de 3, serait intermédiaire entre celles de l'hydrogène et de l'hélium. « Il est très remarquable, indique M. Perrin, que des atomes plus lourds ne soient pas retrouvés. Cela bien que la température moyenne de la Nébuleuse soit de 12.000 à 15.000 degrés, en sorte que tous les corps connus y seraient réduits en vapeur.

« Il est curieux qu'on n'ait pas signalé jusqu'ici que l'absence de la plupart des éléments dans les Nébuleuses indique ou bien que, contrairement à ce qui semble si probable, elles ne sont pas des états antérieurs des étoiles, ou bien que les atomes des divers éléments se forment, durant la condensation des astres, aux dépens des atomes légers déjà présents. »

Cette dernière hypothèse semble avoir des chances d'être la bonne. Les théories modernes de la matière ont remis en honneur la vieille hypothèse de Prout d'après laquelle les atomes des divers éléments ne seraient que des condensations, à des degrés divers, de l'atome d'hydrogène ; la plupart des masses atomiques sont en effet exprimées par des nombres entiers et les corps, comme le chlore, dont la masse atomique était très différente d'un nombre entier doivent être considérés comme formés par le mélange d'*isotopes*, dont les masses atomiques sont entières et dont les propriétés chimiques sont tellement voisines qu'ils ne peuvent être séparés (les isotopes du chlore auraient des masses atomiques égales respectivement à 35 et 37).

Cependant, en y regardant de près, une difficulté très grave subsiste : les masses atomiques ne sont pas représentées *rigoureusement* par des nombres entiers. Si, en première approximation, l'atome d'oxygène semble pouvoir être fait de 16 atomes d'hydrogène, les mesures précises, réalisées par de nombreuses méthodes différentes, montrent toutes que la masse atomique de l'hydrogène est réellement 1,0077 quand on prend égale à 16 celle de l'oxygène. Or 16 fois 1,0077 font 16,12. La condensation s'effectue avec déperdition de masse.

Mais les théories d'Einstein conduisent à admettre que l'énergie est pesante et inerte, la masse, en gramme, de chaque erg s'exprimant par l'inverse $\frac{1}{9\times10^{20}}$ du carré de la vitesse de la lumière. Une perte de masse de m grammes par un système sera l'indice d'un dégagement d'énergie de $m\times9\times10^{20}$ ergs, c'est-à-dire de $m\times\frac{9\times10^{20}}{4,18\times10^{7}}$ calories (puisque 1 calorie est équivalente à $4,17\times10^{7}$ ergs). (1)

4. Si le Soleil s'est formé par condensation progressive d'une nébuleuse identique à celles dont nous connaissons la composition, c'est-à-dire par condensation progressive de l'hydrogène en atomes plus lourds, la masse a dû diminuer, ce qui implique un rayonnement d'énergie.

Prenons toujours égal à 16 le poids atomique de l'oxygène. Alors celui du carbone est 12, celui de l'hélium 4, et, comme nous disions, celui de l'hydrogène 1,0077. Ainsi, pour composer de l'hélium, ou du carbone, ou de l'oxygène (substances entre lesquelles les pertes de masse semblent négligeables) il se perd 7,7 milligrammes par gramme d'hydrogène utilisé. Cela fait, en ergs rayonnés, $0,0077\times9.10^{20}$, c'est-à-dire 166 milliards de calories. Nous sommes loin des chaleurs de réaction de la chimie.

Pour la formation des atomes lourds dont les masses atomiques diffèrent notablement de nombres entiers, le dégagement de chaleur sera encore plus considérable : « Bref, nous rendons largement compte, dans une évolution solaire prenant la matière au stade hydrogène et la laissant au stade atomes lourds, d'une fuite d'énergie égale à cent milliards de fois ce que le soleil rayonne actuellement par an.

« Nous expliquons donc aisément les quelques milliards d'années de rayonnement quasi stationnaire dont l'Histoire de la Terre apporte la preuve. Et il est possible que ce rayonnement reste encore à peu près le même pendant une période comparable à celle des époques géologiques, ce qui nous donnera le temps de faire quelques progrès ! Encore faut-il ajouter que nous ne savons pas si les atomes lourds actuellement connus marquent le terme de la condensation atomique. »

A. Bc.

Chimie physique

Théorie de la dissolution des gaz dans les liquides (2). — Les gaz très solubles s'écartent plus ou moins de la loi de Henry. Ainsi, tandis qu'un courant d'air barbottant dans la solution ammoniacale en élimine complètement le gaz ammoniac, avec l'acide chlorhydrique on n'arrive à enlever le gaz dissous que jusqu'à une certaine concentration, puis plus rien. Le principe de la théorie est dû à Grahan ; « les gaz doivent leur absorption par les liquides à leur capacité d'être liquéfiés, et à la solubilité réciproque entre le liquide obtenu et le solvant »... « Les solutions des gaz

(1) Les variations de masse dont s'accompagnent toutes les réactions connues, même les plus violentes, sont extrêmement faibles. Une molécule gramme d'eau, soit 18 g., formée avec dégagement de 68.000 calories, soit environ 3×10^{12} ergs, aura seulement perdu une masse de 3 millionièmes de milligramme, bien inférieure à ce que nous savons mesurer.

(2) B. S. Neuhausen et W. A. Patrick. [*Journ. of Physical Chemistry* XXV (1921), 693-720].

dans les liquides sont des mélanges d'un liquide plus volatil avec un liquide moins volatil. » Ainsi, la condensation du gaz est regardée comme le phénomène fondamental de son absorption par un liquide. Il en résulte les postulats suivants :

1. Un gaz ne peut être dissous en quantités appréciables au-dessus de la température critique, puisqu'alors la liquéfaction est impossible. Les gaz fixes sont, il est vrai, dissous en quantités observables par l'eau et autres liquides, mais si on mesure le phénomène en molécules-gramme, la petitesse extrême des quantités qui entrent en solution se manifeste alors.

Par exemple, 1 gr. d'eau absorbe 0,123 cm^3 de Xénon (mesuré dans les conditions normales), ce qui correspond à une molécule de Xénon pour 10.000 molécules d'eau. Or le Xénon est le plus soluble des gaz nobles. Il n'y a pas vraie liquéfaction, les molécules du Xénon gazeux sont retenues par les forces attractives des nombreuses molécules d'eau.

2. Puisque les solutions gaz-liquides doivent être considérées comme des mélanges liquides, le degré de miscibilité du solvant et du gaz liquéfié a une grande importance. Ainsi, comme le liquide carbonique CO^2 et le liquide sulfureux SO^2 ont une miscibilité limitée avec l'eau, les gaz correspondants doivent se dissoudre dans l'eau jusqu'à une limite déterminée, qui correspond à l'équilibre liquide carbonique — solution — phase gazeuse formée par le gaz carbonique et la vapeur d'eau , à la température de l'expérience :

3. La nature chimique des molécules du gaz, comme la possibilité de leur dissociation en ions, doit aussi influer sur le coefficient de solubilité. Ceci contribue à expliquer pourquoi le gaz chlorhydrique est retenu bien plus énergiquement par l'eau que le gaz ammoniac.

Sur la base de ces considérations, on peut classer les solutions de gaz dans les liquides de la façon suivante :

I. Solution de gaz pris au-dessus de leur température critique, solubilité extrêmement faible ; c'est le cas des gaz fixes, H^2, O^2, N^2, etc. à la température ordinaire.

II. Solutions de gaz pris au-dessous de leur température critique.

1. Gaz dont les liquides ont une miscibilité limitée avec l'eau, comme CO^2 et SO^2. Solubilité moyenne.

2. Gaz miscibles à l'eau en toutes proportions. Grande solubilité :

a) Gaz fortement dissociés en ions, mélanges à température d'ébullition maxima. Gaz fortement retenu, comme HCl et les autres hydracides halogénés.

b) Gaz peu dissociés, comme NH^3. Très solubles, mais peuvent être entièrement soustraits à la solution par le vide ou sous l'action d'un courant d'air envoyé dans le liquide.

L. Br.

Biologie

Bioluminescence chez les Coelenterés. — E. Newton Harvey, l'auteur américain qui a déjà publié beaucoup de travaux sur l'émission de la lumière chez divers animaux, apporte de nouveaux détails au sujet de la luminescence chez des Hydroméduses, Cténophores, Bryozoaires et Eponges (*Biological Bulletin*, novembre 1921). *Aequorea forskalea, Mitrocoma cellularia et Phialidium gregarium* brillent quand on les stimule d'un beau bleu-vert ; la lumière vient de taches situées sur le bord de l'ombrelle, à la base des tentacules. Au microscope, on reconnaît à ces endroits des masses ovales d'un tissu jaune. Examinées au microscope, la nuit, les taches luminescentes sont d'un très bel effet. Quand on ajoute à l'eau de mer de l'eau douce, ou de la saponine, ou toute autre substance qui entraîne une cytolyse cellulaire, la lumière devient plus intense. Une excitation mécanique ou électrique provoque également la luminescence. Quand on frotte légèrement le bord de l'ombrelle, une masse de substance luminescente vient adhérer aux doigts ; mais est-elle réellement sécrétée au dehors ou vient-elle plutôt de ce que l'excitation ait rompu les cellules très vulnérables, c'est là un point qui reste à élucider. M. Harvey a préparé avec ces Méduses un extrait luminescent qui a continué à briller pendant plusieurs heures ; quand la lumière s'éteignait on pouvait la revivifier en ajoutant de l'eau douce ou une substance cytolytique. L'auteur suppose qu'il y a dans un tel extrait des cellules encore intactes dont la dissolution s'accompagne d'une émission de lumière.

Il y a des espèces qui ne fabriquent pas de substance photogénique dans la journée, mais seulement la nuit ou à l'obscurité. Tel n'est pas le cas des Méduses en question : en plein jour, dès qu'on les porte dans une chambre obscure on les voit briller quand on les excite. Au contraire, le Cténophore *Bolina*, dans les mêmes conditions, ne commence à émettre de la lumière qu'après une trentaine de minutes de séjour à l'obscurité. Un extrait préparé avec des *Bolina* exposées à la lumière du jour ne brille pas ; s'il est préparé avec des *Bolina* maintenues à l'obscurité, il brille ; d'où la conclusion que la lumière solaire empêche la formation de la substance photogénique.

Les colonies du Bryozoaire *Ptylosarcus* émettent une lumière jaune verdâtre quand on les stimule ; en frottant les Polypes, on obtient une sécrétion dont on peut accroître la luminescence en ajoutant de l'eau douce ou quelque agent cytolysant. M. Harvey n'a pas réussi à mettre en évidence la luciférine et la luciférase chez *Ptylosarcus*, ni d'ailleurs chez *Bolina*, et non plus chez les Hydroméduses.

La question de la luminescence chez les Eponges est assez délicate. Ainsi, Dahlgreen (1916) suppose que la lumière qu'émet une espèce du golfe de Naples est due à des Vers et à des Protozoaires luminescents qu'elle héberge. Cependant, Harvey, de son étude de l'Eponge *Grantia*, conclut à une véritable luminescence.

A. Drz.

Parasitologie

L'œuvre de Laveran. — Voici en quels termes M. Hallier s'est exprimé en annonçant à l'Académie des Sciences (séance du 22 mai 1922) la mort de M. Laveran.

L'Académie vient à nouveau d'être frappée par la perte d'un de ses membres titulaires qui lui faisait le plus d'honneur. M. Laveran s'est éteint en son domicile, à Paris, jeudi dernier, 18 mai, à l'âge de 77 ans.

Notre confrère appartenait à une des dernières promotions de l'Ecole de santé militaire de Strasbourg, et fut pendant longtemps professeur au Val-de-Grâce. Son œuvre est très étendue et très variée. Elle comporte des observations professionnelles consignées dans les ouvrages, comme son Traité des maladies des armées, un Traité de pathologie interne (en collaboration avec le professeur Teissier de Lyon), un Traité des fièvres palustres, un autre d'hygiène militaire, ainsi que de nombreux Mémoires d'un grand intérêt sur des questions de clinique médicale, d'hygiène, d'anatomie pathologique et de parasitologie.

C'est en qualité de médecin militaire de l'hôpital de Bône qu'il entreprit, en 1878, ses recherches originales sur le paludisme, recherches qui devaient lui assurer une place de premier rang en parasitologie. Il les poursuivit à Constantine où il isola, dans le sang des palustres, l'hématozoaire spécifique de la maladie.

Définitivement caractérisé, il fallait chercher l'origine du parasite. Le docteur Laveran soupçonna sa présence dans le moustique. Ardemment combattue, son hypothèse fut appuyée par plusieurs savants, en premier lieu par Ronald Ross, puis par Patrick Masson, etc. Il n'existe actuellement plus aucun doute sur la cause et le mode de transmission de la malaria. M. Laveran a réuni en un volume devenu classique et intitulé *Traité du Paludisme* l'ensemble de ses travaux sur cette affection endémique.

Ces recherches, qui lui valurent le prix Bréant de l'Académie des Sciences, ne sont pas les seules auxquelles notre confrère attacha son nom.

Poursuivant ses investigations sur les hématozoaires et les sporozoaires, il en a décrit de nouvelles espèces, notamment des hématozoaires endoglobulaires des oiseaux et de la fièvre du Texas. En collaboration avec M. Mesnil, il a en outre signalé des détails nouveaux sur la structure des sarcosporidées et en a retiré la sarcocystine, première toxine extraite des sporozoaires.

Une autre série de recherches non moins digne d'attention est celle qu'il a consacrée aux Trypanosomes du rat, du Nagana ou maladie de la mouche Tsetsé et la maladie du Sommeil. Les résultats furent consignés dans un beau volume qui porte pour titre *Trypanosomes et trypanosomiases*, et ne le cède en rien comme importance à ceux déjà publiés par l'auteur.

Ce travail achevé, notre savant confrère aborda l'étude des maladies provoquées par des protozoaires du genre Leishmania, chez l'homme et les animaux, car à aucun moment de sa laborieuse carrière, son activité ne s'est ralentie. Les observations recueillies furent l'objet de la publication en pleine guerre (1917) d'un nouveau volume intitulé les *Leishmanioses*.

Telle est, en raccourci, l'œuvre originale et féconde de notre regretté confrère. Elle lui a valu, à juste titre, en 1907, le prix Nobel pour la Médecine, mais les bienfaits que l'humanité a retirés de cette œuvre vaudront à son auteur, désormais illustre, une récompense plus élevée et plus précieuse, celle de la reconnaissance publique.

A. Haller.
Membre de l'Académie des Sciences.

Hygiène

L'école de plein air: internat de Fontaine-Bouillant et ses résultats (1). — L'école de plein air de Fontaine-Bouillant, près de Chartres, a été fondée en juin 1918 par la Ligue d'Hygiène scolaire avec le concours de la Ville de Paris, de la Croix-Rouge américaine et du Conseil général d'Eure-et-Loir. L'année suivante, elle a été reprise par l'Office d'Hygiène sociale du département de la Seine qui a ainsi permis de rendre permanente l'expérience au succès de laquelle la direction de Mlle Chauveau avait tant contribué.

Quarante fillettes de six à treize ans y séjournent pendant la période d'été, 25 pendant la période d'hiver ; elles sont pour la plupart atteintes d'adénopathie latente ou occulte, mais sans aucune manifestation d'activité générale ou locale, sauf bien entendu l'anémie et l'amaigrissement.

Le carnet sanitaire des enfants est établi à l'entrée; la fiche sociale est communiquée par l'Office. Les mensurations, taille, poids, périmètre thoracique, périmètre abdominal, sont prises chaque mois. Tous les matins une douche à l'eau savonneuse est donnée dans des baquets de bois. Les soins des dents sont assurés deux fois par jour. L'alimentation comprend un premier déjeuner avec 400 grammes de lait et 150 grammes de pain ; à midi, une soupe, un plat de viande (bœuf ou veau), remplacé deux fois par semaine par des œufs, un plat de légumes verts, un dessert (fromage blanc, fruits cuits ou crus, confitures) ; à 16 heures, goûter, 100 à 150 grammes de pain, 6 à 8 grammes de chocolat sec ; au dîner, soupe au lait avec tapioca ou farine, légumes cuits, dessert, 150 à 200 grammes de pain; comme boisson, eau pure, coco ou cidre ; au total, 500 à 600 grammes de pain ; environ 600 grammes de lait.

Des exercices physiques d'abord individuels, puis collectifs, s'inspirant particulièrement de la méthode d'Hébert, exercices variés, avec le bain d'air et de lumière du corps. Les exercices des muscles respiratoires, l'éducation de la respiration nasale, l'exercice des muscles abdominaux, des muscles lombaires, des muscles de la ceinture scapulaire, attirent particulièrement l'attention ; le chant et les exercices rythmiques ont une place importante. Mais nous insistons avant tout sur l'importance de l'aération ; tous les exercices sont faits en plein air, presque toujours en petit caleçon de bain, sauf en cas de pluie ou de neige. Le froid n'est pas un obstacle et commande seulement une plus grande activité, une diminution de la durée d'exposition à l'air. Les enfants entraînés ont pu, en plein hiver, sortir en caleçon, le sol étant couvert de neige, sans avoir la moindre bronchite.

L'héliothérapie est pratiquée, les enfants reposant sur des nattes, suivant les règles établies et l'accoutumance nécessaire.

Le véritable bain de soleil, l'enfant immobile, est toujours de durée courte, comme il convient quand il ne s'agit pas de malades, c'est surtout aux exercices variés à l'air et au soleil que nous donnons la préférence ; durant la belle saison les enfants restent pendant cinq heures au moins en sandales et en petit caleçon ; enfin onze heures de sommeil et une sieste après le déjeuner.

Voyons les résultats obtenus : dans une période de dix mois (1920-21) pour deux groupes de 25 enfants :

Le premier, composé de fillettes de six à onze ans, a présenté une augmentation moyenne de poids de 3 kil. 630, de 4 cent. 34 pour la taille, de 2 cent. 94 pour le périmètre thoracique en inspiration.

L'aspect général, l'attitude des enfants étaient très modifiés; si à l'entrée la saillie abdominale faisait contraste avec l'aplatissement du thorax, les rapports étaient renversés à la sortie. L'augmentation de poids n'était certainement point due au seul développement de la graisse, car les muscles du thorax, des bras et de l'abdomen se dessinaient beaucoup plus nettement et la sangle abdominale devenait une réalité.

Il nous paraît intéressant de rapporter également les résultats obtenus dans le dernier trimestre (juillet inclus à octobre 1921) :

(1) Communication faite à l'Académie de Médecine, le 22 novembre 1921.

Pour les fillettes au-dessus de onze ans (14), l'augmentation moyenne pour les trois mois a été de 2 kil. 748.

Pour les fillettes au-dessous de onze ans (11), elle a été de 2 kil. 672.

Une fillette a augmenté de 7 kilos; une autre de 6 kilos 600.

Les résultats obtenus à Dannes-Cammiers (1.500 grammes de moyenne pour deux mois) d'après le Dr V.; au Mounetier par le Dr Armand-Delille (3 à 5 kilogrammes en deux à trois mois), sont comparables à ceux que nous apportons.

Nous ne pouvons insister sur le côté pédagogique et sur les résultats moraux et intellectuels bien mis en lumière par Mlle Chauveau.

Ce que nous voulons dire surtout, ce sont les admirables résultats de l'aération au point de vue du développement physique, et cela sans ration alimentaire excessive, sans aucune exagération de régime carné ou même azoté, sans repos prolongé, sans exagération non plus du bain de soleil thérapeutique, immobile, qui doit céder le pas, pour les enfants justiciables des écoles en plein air, à l'exercice à l'air, à la lumière, au soleil.

Le critérium des résultats obtenus a été donné surtout par le poids; mais l'augmentation de poids est venue comme conséquence naturelle du régime d'aération sans qu'on l'ait recherché spécialement

Pour que les résultats soient durables il faut que l'action soit continuée par les œuvres de plein air des villes (classes aérées, externat de plein air). En montrant les merveilleux résultats obtenus dans les écoles de plein air pour les écoliers malingres, pour les malades, dans cet établissement, comme le sanatorium militaire d'Ilbarritz, où l'aération est appliquée à son maximum, on entraînera la conviction de tous, que c'est un devoir national de réclamer pour l'aération la place qu'elle doit avoir dans l'hygiène scolaire et hospitalière.

Drs H. Méry et R. Vaillant

Géographie

Le Voyage de « la Curieuse » aux Iles Kerguelen —. Dans le numéro du 1er mars 1913 de la *Revue Scientifique*, nous avons annoncé le voyage d'exploration de *la Curieuse*, entrepris dans les mers du Sud par le capitaine Rallier du Baty, et donné quelques détails sur le programme de ce voyage. La guerre a apporté à ce programme d'importantes modifications, mais la partie principale, qui était l'exploration des îles Kerguelen, a pu être menée à bien avant le début des hostilités.

Les îles Kerguelen — grande île australe, située par la latitude de 50° S et la longitude de 70° E, de formation volcanique, avec un sommet de 1960 mètres, entourée de 300 îles, îlots ou rochers, d'une superficie presqu'égale à celle de la Corse — ont été découvertes en 1772 par le marin français Yves de Kerguelen. Kerguelen avait cru débarquer sur un continent immense, et il fit au retour une description séduisante de cette terre, en réalité à peu près stérile. Les officiers de Kerguelen dénoncèrent bruyamment cette exagération, et montèrent une cabale contre leur chef. On organisa une expédition nouvelle pour préciser la découverte et Kerguelen repartit en 1774. Il revit la terre découverte à son expédition précédente, mais la tempête l'empêcha d'y débarquer et les renseignements qu'il fournit à son retour n'ajoutèrent rien à ce qu'il avait déjà dit. Ce second voyage n'apaisa pas la polémique et on alla jusqu'à faire passer Kerguelen devant un conseil de guerre, qui le condamna à la perte de son grade et à la détention perpétuelle. Une grâce atténua cette peine, qui nous paraît excessive, pour punir une exagération géographique. Tels furent les débuts de notre colonisation aux Kerguelen.

L'île fut revue par Cook en 1776, puis par de nombreux chasseurs de baleines ou de phoques au cours du XIXe siècle. Ross, en 1840, y séjourna deux mois avec le botaniste Hooker ; les astronomes anglais, américains et allemands, s'y installèrent, en 1874, pour les observations du passage de Vénus sur le Soleil. Le *Challenger* y relâcha au cours de son voyage autour du monde.

En janvier 1893, la France envoya l'aviso l'*Eure* prendre officiellement possession de cette terre et y constituer un dépôt de vivres qui, le cas échéant, pourrait servir à des naufragés. En 1902, un groupe de savants allemands séjourna aux Kerguelen pendant plus d'une année, lors de l'expédition du *Gauss* dans l'antarctique, et ils eurent beaucoup à souffrir du scorbut. En 1909, M. Rallier du Baty avait déjà exploré une partie des côtes de Kerguelen à bord du *J. B. Charcot*.

Dans le numéro de *la Géographie* de janvier 1922, le capitaine Rallier de Baty résume, sous une forme alerte, les principales péripéties du voyage de *la Curieuse*. Il n'insiste pas sur les dangers courus dans les mers australes, à bord de son petit navire de 16 mètres de long, monté par 9 hommes d'équipage. Ce fut du très beau sport maritime. Que de choses évoquent des phrases comme celles-ci :

« Une fois toutes les précautions humaines prises, réunis tous les neuf sur le pont, cramponnés aux agrès, nos regards fixés sur les crêtes écumantes des lourds rouleaux liquides, nous attendions, en silence, la décision du sort. Nous étions mouillés et transis de froid, nos jambes pliaient de fatigue et nous serrions convulsivement nos mâchoires pour empêcher nos dents de claquer. Nous ne nous communiquions pas nos impressions lorsqu'il apparaissait clairement que notre situation était dangereuse et nous n'échangions que des monosyllabes pour nous mettre en garde mutuellement, quand une lame déferlait sur le pont. Les propos enjoués ou stupidement optimistes sonneraient faux à de pareils moments. »

La Curieuse séjourna 6 mois aux îles Kerguelen, de décembre 1913 à avril 1914. Le programme était de faire le périple du groupe en allant de mouillage en mouillage et de compléter le tracé du littoral, tout en multipliant les sondages et en levant le plan des meilleures baies.

Après avoir visité la côte orientale, en particulier les nombreux havres, bras, criques et chenaux de la grande baie Hillsborough, *la Curieuse* passa sur la côte occidentale, toujours battue du vent et de la mer, et qu'aucune expédition scientifique n'avait encore abordée. Le peu que l'on savait sur cette côte, on le devait aux vagues rapports de baleiniers et pêcheurs de phoques. *La Curieuse* reconnut entre l'île Ouest et le côte de la Terre principale un mouillage excellent.

Plusieurs navigateurs avaient signalé, dans la partie SW de l'île, un volcan en activité. M. Rallier de Baty reconnut qu'il s'agissait simplement de jets de vapeur, provenant d'importantes sources chaudes.

Pendant tout le séjour de *la Curieuse* aux Kerguelen, du mois de novembre au mois d'avril, la température moyenne de chaque mois varia de +3°84 en novembre à +6°51 en février. Le maximum absolu fut de +15°2 en mars, le minimum absolu de — 1°2 en novembre.

La pression barométrique a varié de 726 m/m 3 à 770 m/m 4. Les moyennes de chaque mois augmentent régulièrement jusqu'en février, et décroissent ensuite.

Les vents les plus fréquents soufflèrent du NW, de l'Ouest et du SW. Les calmes ne furent pas aussi rares qu'on pourrait le croire. En février, ils ont atteint la proportion de 22,5 % du temps total. La nébulosité, notée de 0, ciel clair, à 10, ciel couvert, oscilla autour de 8. Chaque mois eut plus de 20 jours de pluie ou de neige. En janvier, on observa 29 jours de pluie.

Le récit du capitaine Rallier du Baty est accompagné d'une très belle carte d'ensemble des îles Kerguelen, dressée par le capitaine Loranchet. Cette carte constitue le document le plus précis qu'on possède à l'heure actuelle sur cette terre lointaine. Dix ports ont été levés en détail par *la Curieuse*, où les navires peuvent trouver un abri convenable : ces ports ont reçu les noms de Port Curieuse, Port Edmond Perrier, Port du Yacht-Club, Port Girard, Port Elisabeth, Port Matha, Port d'Hiver, Port Roland-Bonaparte, Port Fallières et Port Couvreux.

J. R.

Variétés

Inauguration des « Presses universitaires de France » (27 mai 1922) (1).

J'ai la grande joie de vous souhaiter la bienvenue dans cette maison, qui est la vôtre, et où nous sommes appelés à travailler ensemble pour une grande cause : développer la production de la pensée scientifique française et assurer sa diffusion dans le monde.

Vous savez dans quelles circonstances sont nées les *Presses Universitaires de France*. Dans la réorganisation du travail scientifique, qui nous a semblé indispensable après Guerre, le problème de l'édition de nos travaux est apparu comme un des plus angoissants, par suite de la hausse du prix du papier et du coût de l'impression, qui ont monté dans des proportions telles que la publication de la plupart des thèses et des revues scientifiques, notamment, est devenue fort difficile.

Dès la constitution de la Confédération des Sociétés scientifiques françaises, la question de la publication des travaux scientifiques s'est imposée à ses dirigeants comme une des plus urgentes. Faut-il rappeler que, dès le 3 juillet 1919, la Fédération des Sciences naturelles prenait, à cet effet, l'initiative d'une réunion des Directeurs et des Secrétaires des bulletins et périodiques scientifiques ? C'est à cette réunion que furent présentés les rapports de nos collègues Caullery et Marie, qui esquissaient, déjà à cette époque, un projet de Société Universitaire d'édition et d'impression. Nous devons une grande reconnaissance à MM. Caullery et Marie pour leur clairvoyance, puisque c'est leur projet qui vient d'être réalisé par nos Presses Universitaires.

Ce projet fut immédiatement adopté par la Confédération des Sociétés scientifiques, sur la proposition de M. Xavier Léon, Président de la Commission nommée pour l'étudier et lui donner les suites qu'il comportait. Dès lors, les noms de MM. Caullery, Marie, Léon, auxquels doivent être ajoutés ceux de MM. Schneider et Marcel Xavier sont étroitement unis dans la réalisation d'une œuvre dont le principe avait été adopté par notre Confédération, et qu'elle avait patronné dans un manifeste approuvé et signé par tous les hommes qui comptent dans la pensée française.

Avant la Guerre, nous vivions volontiers dans notre tour d'ivoire. Nous nous serions sans doute contentés de témoigner notre sympathie pour une initiative aussi hardie, et il est peu probable que nous en eussions poursuivi nous-mêmes l'exécution. Mais les temps sont changés. Nous avons compris que, dans les circonstances actuelles, nous étions seuls en mesure de venir au secours de la pensée française menacée.

La Commission nommée par la Confédération s'est transformée en une Société d'Etudes, composée d'universitaires et de techniciens, qui a pris à tâche de rechercher les moyens pratiques de réaliser le projet d'imprimerie universitaire qui avait été conçu.

Je ne vous rappellerai pas en détail les travaux de cette Société d'Etudes ; ils ont été méthodiques et minutieux. Ils ont abouti enfin, grâce à la précieuse collaboration de M. Ferdinand Gros, industriel à la fois cultivé et audacieux, qui vit dans notre projet des *Presses Universitaires de France* la première réalisation d'une idée Saint-Simonienne qui lui était particulièrement chère : le crédit intellectuel. Non seulement M. Gros apporta à la Société d'*Etudes des Presses Universitaires* sa formule définitive, mais il lui fournit aussi les premières ressources nécessaires en lui donnant l'appui de son organisation bancaire. Je tiens à le remercier ici publiquement de son concours décisif. Mais, sa collaboration seule n'eût pas été suffisante pour une tâche aussi vaste que celle que se proposaient les *Presses Universitaires ;* il fallait des capitaux importants. A qui nous adresser d'abord pour les obtenir, sinon à ces bienfaiteurs de la pensée française et, en particulier, de l'Université, toujours prêts à encourager les initiatives généreuses et à leur apporter à la fois l'appui de leur expérience et de leur fortune : MM. David Weill et Emile Deutsch de la Meurthe ? Ce n'est pas en vain que nous avons eu recours à eux, et, dût leur modestie en souffrir, je tiens à proclamer ici la profonde reconnaissance que nous leur devons et que nous leur gardons.

Pour se procurer le complément de capitaux qui leur est indispensable, les *Presses Universitaires* ont demandé leur collaboration à tous ceux qui croient que l'avenir économique de la France est lié à son avenir intellectuel, à tous ceux qui croient que la pensée et la science françaises constituent le plus beau patrimoine de notre pays, aux universitaires enfin, qui voient de plus près que quiconque la gravité du péril.

De toutes parts on a répondu à notre appel, et d'une façon tellement encourageante que nous ne pouvons plus douter du succès de notre entreprise : les grands Etablissements de crédit, la Banque de France en tête, ont souscrit aux *Presses Universitaires de France*. Des trois ordres d'Enseignement nous parviennent chaque jour des adhésions nouvelles, et j'ai l'agréable devoir de noter la foi enthousiaste avec laquelle nos collègues les plus modestes, les instituteurs, viennent à nous.

Il est nécessaire que ce mouvement se continue, car vous voyez que la tâche est immense. Il ne s'agit pas seulement de publier les travaux qui, sans nous, ne verraient jamais le jour, de maintenir des revues qui,

(1) Allocution prononcée par M. Charles Moureu, président de la Confédération des Sociétés scientifiques françaises.

Parmi les nombreuses et éminentes personnalités du monde scientifique et littéraire qui assistaient à la réunion, MM. Appell, Caullery et Painlevé prirent également la parole pour insister sur le puissant appui que peuvent et doivent apporter les *Presses universitaires* à la cause du rayonnement intellectuel de la France dans le monde.

sans nous, disparaîtraient fatalement; il faut aussi organiser à l'Etranger la diffusion de la pensée française, répandre, en particulier dans l'Europe centrale et orientale, toutes nos publications de haute culture que menace si gravement la situation des changes.

L'effort de chacun peut être proportionné à ses moyens, puisqu'il suffit, pour adhérer à notre Société coopérative, de souscrire une part de 100 francs et d'en verser le quart, soit 25 francs.

La Confédération des Sociétés Scientifiques françaises est justement fière d'avoir patronné dès le début et d'avoir toujours ardemment soutenu l'organisation que nous inaugurons aujourd'hui. L'imprimerie, la Maison d'édition, la librairie, sont en plein fonctionnement, et les publications scientifiques ne tarderont pas à profiter des heureux résultats de notre effort.

La forme coopérative qui est adoptée nous assure que toutes les ressources seront intégralement employées aux bénéfices des savants et de leurs œuvres : il ne nous est pas possible, sans manquer à notre programme, d'en choisir une autre. Elle nous a valu pourtant quelques hostilités déjà ; les éditeurs et les libraires, en particulier, s'en sont émus. Qu'ils se rassurent ! Nous n'avons jamais pensé que les éditeurs et les libraires puissent être séparés des auteurs quand il s'agit de la pensée française. Nous savons qu'ils ont, eux aussi, la préoccupation des intérêts généraux du pays. Nous ne comprendrions donc pas que nous fussions regardés par eux comme des ennemis, alors que nous sommes des collaborateurs. Je suis convaincu que le malentendu qui s'est élevé ne peut être que passager, et que de franches et loyales explications auront tôt fait de le dissiper.

Soutenues par la Confédération des Sociétés Scientifiques françaises, qui groupe 30.000 travailleurs intellectuels, *les Presses Universitaires de France* débutent sous les plus favorables auspices. Avec vous tous, je leur souhaite une carrière longue et prospère, indispensable au succès et à l'épanouissement d'une œuvre née, dans l'esprit de leurs fondateurs, d'un idéal élevé entre tous : la grandeur de la Patrie. Ch. Moureu.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Physique appliquée

De l'utilisation de la lampe à trois électrodes (1). — Les méthodes nouvelles de radiothérapie exigent un dosage rigoureux de la quantité des rayons émis par l'ampoule, de la quantité reçue par la peau, et de la quantité agissant à une profondeur donnée de l'organisme.

Les rayons X ne sont mesurables jusqu'à présent que par leur action chimique ou physique, et des divers procédés de mesure de ces effets secondaires, celui dont l'action se rapproche le plus des effets physiologiques est la mesure de l'ionisation (méthode de Villars).

C'est à ce titre que l'électromètre devient un appareil de mesure médicale. Mais les électromètres en usage ne peuvent donner qu'une approximation. En effet, la quantité de rayonnement reçu est le produit de l'intensité I par le temps d'application T.

Or, l'électromètre à feuille d'or et ses dérivés ne donnent cette quantité que pendant le temps très limité de la décharge. De cette indication, le praticien déduit la quantité totale pendant toute la durée de l'application thérapeutique. C'est une approximation. L'intensité I, en effet, peut varier à tout moment.

Il nous a paru intéressant de mesurer, et même d'enregistrer, la courbe de cette intensité pendant toute la durée de l'application, d'en déduire rigoureusement la quantité réelle par l'intégrale de cette courbe, d'avoir, en réalité, la $\int I dt$.

La lampe à trois électrodes employée en télégraphie sans fil, du modèle connu de la Radiotélégraphie militaire, nous a donné la solution de ce problème.

Principe de la méthode. — La lampe T. M., on le sait, se compose de trois éléments : un filament de tungstène que l'on porte à l'incandescence par une batterie d'accumulateurs, une plaque réceptrice séparée par une grille. Ces trois éléments sont enfermés dans une ampoule où le vide est porté aussi loin que possible.

Pour la mise en expérience, on applique une différence de potentiel entre le filament et la plaque (en l'espèce, avec la lampe d'usage courant, la différence de potentiel est de 40 à 80 volts); quand on porte à l'incandescence le filament de tungstène, il émet des électrons qui permettent le passage d'un courant (plaque+filament—).

Il est aisé, par un milliampèremètre, ou un microampèremètre, d'avoir un très grand déplacement de l'aiguille pour un faible courant.

Si maintenant on soumet à l'action ionisante des rayons X un conducteur relié à la grille qui sépare la plaque du filament, on constate que celle-ci met obstacle au passage du courant filament-plaque proportionnellement à l'intensité du faisceau radiant. C'est-à-dire que l'aiguille du milliampèremètre déviée d'une quantité x par le passage du courant tend à être ramenée à zéro par l'action ionisante des rayons X.

Précautions à prendre pour éviter toute cause d'erreur. — Comme pour tout autre électromètre, il importe de garantir les organes sensibles de toute action étrangère à celle que l'on veut mesurer. Dans le voisinage des appareils générateurs de haute tension et dans un laboratoire de radiologie, ces causes sont multiples : (ionisation de l'air par la tension électrostatique, rayonnement indirect ou secondaire de l'ampoule). De plus, tous les éléments de la lampe à trois électrodes : batterie de chauffage, batterie statique et appareils de mesure, sont sensibles à l'ionisation ; il importe donc de les abriter dans une véritable cage de Faraday, imperméable aux rayons X, soit, en l'espèce, une boîte de plomb d'épaisseur convenable d'où émergent seuls, et isolés, les boutons de commande et le conducteur isolé de la chambre d'ionisation.

Un autre moyen plus pratique, mais d'une réalisation plus délicate, consiste à compenser toute action parasite par un courant de charge statique sur la grille, charge variable à volonté, de façon à ne mesurer que l'action ionisante du faisceau déterminé.

Nous ne pourrons entrer, cette note étant forcément

(1) Communication faite à l'Académie de Médecine, le 6 décembre 1921.

brève, dans les détails techniques de construction qui sont en voie de réalisation sur nos indications.

Avantages de ce procédé d'électrométrie. — Dans le cas qui nous intéresse, celui de la mesure des rayons X, ce procédé permet :

1° De se rendre compte, à tout instant, de la quantité de rayons émis par l'ampoule, en dehors de toute mesure électrique du courant de haute tension de l'appareil radiogène, et, par suite, d'apprécier les variations de l'ampoule pendant le traitement, soit par modification de son atmosphère ou de ses éléments, soit par suite des pertes de tension électrique dues à des différences de conduction de l'atmosphère ou de la tension du secteur ;

2° De faire varier la sensibilité de l'appareil au gré de l'expérimentateur en agissant soit sur le courant de chauffage, soit sur le courant filament-plaque, soit sur la charge de la grille ;

3° De mettre l'appareil de mesure sous les yeux de l'opérateur, à une distance quelconque de l'ampoule ;

4° D'enregistrer la courbe d'émission des rayons X, pendant un temps donné et, par suite, d'établir des études comparatives rigoureuses ;

5° Enfin, il est aussi facile d'imaginer, par l'intermédiaire de l'appareil de mesure et d'un relais, un dispositif de sécurité ne permettant pas de dépasser la dose thérapeutique.

Ce sont ces diverses considérations qui nous ont amené à présenter à l'Académie de médecine ce procédé d'électrométrie, encore inemployé à notre connaissance.

Nota. — La lampe à trois électrodes étant de conduction unilatérale, c'est-à-dire ne permettant le passage du courant plaque-filament que dans le sens plaque-positif — filament négatif, il nous a paru intéressant de signaler qu'elle peut être utilisée comme redresseur dans l'emploi du courant alternatif. Cependant, les variations du potentiel de chaque élongation diminuent la sensibilité de l'appareil et nous semblent être une cause d'erreur possible, d'autant que les conducteurs d'un secteur de ville ne peuvent être à l'abri des variations extérieures à ce courant lui-même contre lesquelles il importe de nous prémunir.

Dr Ch. Guilbert,
Chef de laboratoire des hôpitaux.

Chimie agricole

L'urée, engrais azoté de forte concentration. — Trois procédés de fixation de l'Azote atmosphérique ont reçu la sanction industrielle :

1° Le procédé de synthèse de l'acide nitrique utilisant la fabrication d'oxydes d'Azote dans l'arc électrique ;

2° Le procédé de fabrication de la cyanamide utilisant la réaction de l'Azote sur le carbure de calcium ;

3° Le procédé de synthèse de l'ammoniaque utilisant la catalyse et l'action combinée de la température et de la pression (Haber ou G. Claude).

Dans une récente communication, M. Matignon, professeur au Collège de France et spécialiste particulièrement documenté sur la question de l'Azote, a examiné devant la Société de Chimie Industrielle comment ces trois méthodes peuvent conduire à des produits utilisables comme engrais azotés.

Dans le premier cas il est indispensable de neutraliser l'acide azotique qui ne peut être utilisé directement. On sait que la Société Norvégienne de l'Azote prépare ainsi du nitrate de chaux qui est entièrement absorbé par la consommation des pays du Nord. On pourrait aussi, comme cela a été fait pendant la guerre, saturer l'acide nitrique par de l'ammoniaque tirée d'une de ses sources nombreuses (cyanamide, synthèse Haber, cokeries). Le nitrate d'ammoniaque obtenu est un engrais très actif contenant 35 % d'Azote.

Dans le second cas : la fabrication de la cyanamide, on sait qu'on est parvenu à granuler ce produit de manière à en rendre l'utilisation directe très pratique. Mais il semble bien que l'éducation du paysan français soit encore insuffisante en ce qui concerne l'emploi de cet engrais. Notons enfin qu'on a commencé à fabriquer de l'urée à partir de la cyanamide.

Dans le troisième cas la synthèse fournit de l'ammoniaque qui ne saurait être employée comme engrais. En général on sature l'acide sulfurique avec l'ammoniaque pour obtenir le sulfate. C'est un bon engrais, très apprécié, mais l'acide sulfurique est un véhicule inerte au point de vue cultural et son emploi grève le prix de revient de 20 à 25 %. Pour diminuer ce prix de revient, on a cherché à utiliser le bisulfate de sodium, sous-produit de la fabrication de l'acide nitrique. Mais ce n'est pas là une solution définitive, les quantités disponibles de bisulfate n'étant plus actuellement ce qu'elles étaient pendant la guerre.

Dans le même ordre d'idées on sait que M. G. Claude propose d'introduire l'ammoniaque synthétique dans le cycle de fabrication du carbonate de soude (procédé Solvay) et d'obtenir ainsi le chlorure d'ammonium qui serait un bon engrais.

M. Matignon, préoccupé de ce problème d'utilisation de l'ammoniaque, propose et étudie une autre solution. Elle consiste à transformer l'ammoniaque en urée, excellent engrais qui, comme le montre sa formule $CO(NH^2)^2$, contient près de 50 % d'Azote.

Pour parvenir à ce corps, M. Matignon et M. Frèjacques ont précisé expérimentalement les conditions des réactions de l'anhydride carbonique CO^2 sur l'ammoniaque NH^3.

La réaction $$CO^2 + 2NH^3 = CO\begin{<}ONH^4\\NH^2\end{.}$$

qui fournit le carbamate d'ammonium est accompagnée d'un dégagement de chaleur important. Cependant la fabrication de ce carbamate est rendue difficile par ce fait qu'il se dissocie facilement, même à la température ordinaire. Il faut alors organiser des appareils pour que les deux gaz CO^2 et NH^3 réagissent sous pression et que la chaleur dégagée soit rapidement évacuée.

Le carbamate peut se dissocier en eau et urée $CO(NH^2)^2$ suivant la réaction réversible

$$CO(ONH^4)[NH^3] \rightleftarrows CO(NH^2)^2 + H^2O.$$

qui est d'ailleurs compliquée par des réactions secondaires. L'équilibre s'obtient avec une vitesse qui augmente avec la température et qui n'est pas sensiblement modifiée par l'action de catalyseurs hydratants ou de substances avides d'eau. Enfin la séparation de l'urée du carbamate non dissocié peut se faire par simple fusion au bain-marie. Ainsi, à la température de 150° environ et au bout de 2 heures 1/2, M. Matignon obtient un rendement en urée de 45 à 50 % environ. La pression dans les récipients atteint alors 50 atmosphères. Ces récipients ne peuvent être en fer, rapidement attaqué, et il semble que le plomb résiste, par contre, assez bien.

M. Matignon présente donc une solution très élégante

du problème puisque, pour obtenir un engrais très actif à partir de l'ammoniaque, il n'introduit dans le cycle de fabrication que de l'anhydride carbonique à raison d'un volume pour deux volumes de gaz ammoniac. Cet anhydride carbonique est facile à trouver et peu coûteux. C'est un sous-produit des distilleries, de la fabrication de l'hydrogène dans le procédé de synthèse de l'ammoniaque (procédé Haber). C'est un corps qu'on peut obtenir par la combustion dans l'air de toute matière carbonée, en même temps d'ailleurs que de l'Azote utilisable pour la synthèse.

On doit donc penser que les recherches de M. Matignon et de M. Frèjacques sont une contribution extrêmement importante au problème de l'Azote.

R. G.

Industrie

L'utilisation des graines de Soja. — D'après les récentes études de chimistes américains, les graines de soja peuvent fournir à l'industrie une huile tout au moins égale en valeur à l'huile de lin pour la fabrication du savon, des peintures et des vernis.

D'après M. Fellers (*Journal of Industrial and Engineering chemisty*), il suffit simplement d'hydrogéner l'huile brute extraite des graines de cette légumineuse, pour lui donner une composition et des propriétés lui permettant les utilisations mentionnées plus haut.

Un mélange en parties égales d'huile de lin et d'huile de soja convient parfaitement à la préparation des peintures et vernis. L'huile de soja peut même être employée seule, après addition d'un siccatif convenable : plomb, cobalt, linoélate de manganèse, etc. Dp.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 22 mai, la section de géométrie avait présenté, pour la place vacante à la suite du décès de M. C. Jordan, en première ligne : M. Henri Lebesgue ; en seconde ligne: MM. Elie Cartan et Julien Drach ; en troisième ligne : MM. Claude Guichard et Ernest Vessiot. Dans la séance du 29, M. Lebesgue a été élu, au premier tour de scrutin, par 44 suffrages sur 54 votants. M. Vessiot a recueilli 5 voix, M. Drach 3, M. Cartan 2. M. Lebesgue est né en 1875 ; il est passé par l'Ecole normale (promotion de 1894) ; il fut maître de conférences à cette Ecole, puis professeur à la Sorbonne ; récemment il était appelé au Collège de France, où il a succédé à Humbert.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 30 mai, M. Ernest Desnos a été élu membre associé par 48 voix contre 36 à M. Marchoux, 4 à M. Castex et 2 à M. Russ. Le Dr Desnos est né en 1853, c'est un des maîtres de la chirurgie urinaire.

Académie royale de Belgique. — Le 150e anniversaire de la fondation de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Arts de Belgique a été célébré le 23 mai à Bruxelles.

Notre Académie des Sciences était représentée par MM. Bertin, président ; Emile Picard, secrétaire perpétuel ; le prince Bonaparte ; D'Ocagne, professeur à l'Ecole polytechnique ; le professeur Mesnil, de l'Institut Pasteur ; M. Emile Schwœrer, de Colmar, correspondant de mécanique.

Institut britannique du Fer et de l'Acier. — Cet Institut vient de décerner la médaille d'or *Bessemer*, à notre compatriote, M. Charles Frémont, en récompense des progrès qu'il a fait réaliser dans la métallurgie du fer et de l'acier.

Monument à la mémoire du Professeur Yves Delage. — Un Comité vient de se constituer pour ouvrir une souscription internationale, afin d'élever à Roscoff un monument à la mémoire du Professeur Yves Delage, membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.

Yves Delage fut une des figures les plus marquantes de la Biologie contemporaine. Son nom restera attaché à la morphologie du système ciculatoire des Crustacés Edriophtalmes, à l'anatomie des Baleinoptères, à l'histoire de la Sacculine, à la métamorphose des Eponges. Professeur à la Sorbonne depuis 1885, il y enseigna la Zoologie avec un éclat particulier, et la publication du *Traité de Zoologie concrète* a répandu au loin la renommée de ses leçons. Par son grand ouvrage sur la *Structure du Protoplasma et les théories de l'Hérédité*, à la fois exposé didactique d'une admirable lucidité et discussion critique pleine d'aperçus originaux, il a contribué à mettre en lumière l'intérêt des problèmes de la Biologie générale. Prêchant d'exemple, il se consacra lui-même aux recherches sur la fécondation mérogonique et la parthénogénèse expérimentale, qui illustrèrent la fin de sa carrière scientifique. Fondateur de l'*Année Biologique*, il a été créé un répertoire d'information indispensable, dont la survivance assurée rappellera d'une façon durable les titres d'Yves Delage à la gratitude des naturalistes. Douloureusement frappé dans ses dernières années par la perte de la vue, il donna, en continuant à travailler, une preuve d'énergie morale peu commune, qui suscita autour de lui un sentiment unanime d'admiration et de respect.

Les collègues et les amis d'Yves Delage, désireux de donner une forme tangible à la reconnaissance qui lui est due, se sont groupés en un Comité, et ont décidé d'ouvrir une souscription internationale, pour l'érection d'un monument à la mémoire de l'illustre savant. Ils pensent que ce monument devra s'élever à Roscoff, à côté de celui qui rappelle déjà les traits d'Henri de Lacaze-Duthiers, auprès de ce laboratoire où Delage fit ses travaux, auquel il a consacré tant d'efforts, et que, jusqu'à son dernier souffle, il a tant aimé.

Le Comité, qui réunit un grand nombre de Biologistes français et étrangers ainsi que les représentants élus du département du Finistère, a obtenu le haut patronage de MM. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction Publique ; Coville, Directeur de l'Enseignement supérieur ; Appell, Recteur de l'Académie de Paris ; E. Picard et A. Lacroix, Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences ; le prince Albert Ier de Monaco ; le prince Roland Bonaparte ; le Dr E. Roux, Membres de l'Institut.

Les souscriptions peuvent être adressées à Mlle L. Dehorne, Trésorière du Comité, au Laboratoire de Zoologie de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris (Ve).

Stations entomologiques. — Un concours sur titres aura lieu à Paris le 26 juin, pour la nomination du directeur de la station de Chalette-Montargis (Loiret).

Les candidats devront adresser leur demande au Ministère de l'Agriculture (Institut des recherches agronomiques, 42 *bis*, rue de Bourgogne, Paris), le 20 juin 1922 au plus tard. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés des Sciences. — Le nombre des candidats à l'Ecole normale et aux bourses de licence (Sciences) est de 231 pour l'année 1922.

GROUPE I. — Paris 85, Aix 19, Alger 5, Besançon 10, Bordeaux 8, Caen 16, Clermont 1, Dijon 8, Grenoble 3, Lille 9, Lyon 13, Montpellier 5, Nancy 18, Poitiers 9, Rennes 16, Strasbourg 1, Toulouse 1.

GROUPE II. — Paris 2, Bordeaux 1, Dijon 1.

— Les candidats aux agrégations scientifiques sont au nombre de 22 pour les mathématiques, de 22 pour les sciences physiques et de 4 pour les sciences naturelles.

Université de Paris. *Faculté des Sciences.* — La chaire de physique (P. C. N.) de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris est transformée en chaire d'électrotechnique.

M. Janet, professeur de physique (P. C. N.) à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, est nommé professeur d'électrotechnique à la dite Faculté.

— Afin de faciliter aux étrangers la fréquentation des cours, le programme des cours d'hiver sera publié sous peu, adressé aux Universités étrangères et communiqué à la presse scientifique universitaire.

Soutenances de thèses. — *Pour le Doctorat ès-sciences physiques*, M. Albesco, le 10 juin : « Sur quelques proplophénones $\alpha\alpha\beta\beta$ tètrasubstituées et sur leurs produits de dédoublement sous l'influence de l'amidure de sodium. »

— *Pour le Doctorat ès-sciences naturelles.* — M. Bourcart, le 12 juin : « Les confins albanais. Géographie et géologie.

— M. Fallot, le 14 juin : « Géologie de la Sierra de Majorque. »

— *Pour le diplôme d'études supérieures.* — M. Perrin, le 9 juin : « Sur les trajectoires des rayons α l'argon par la méthode C. T. R. Wilson. »

— M. Auger, le 11 juin. « Sur les trajectoires des rayons α dans l'hydrogène ».

Institut de chimie appliquée. — Le directeur, M. le professeur Chabrié, dans sa leçon du 30 mai, a rendu hommage à la mémoire d'Ernest Solvay, décédé à Bruxelles, le 26 mai, à l'âge de 84 ans. Le célèbre industriel et philanthrope belge a facilité, par ses libéralités, le développement de l'Institut de chimie appliquée. Son buste en marbre est placé dans le grand vestibule d'entrée de l'Institut de la rue Pierre-Curie.

Faculté de pharmacie. — Le laboratoire central d'étude et d'analyse est chargé des études et recherches jugées nécessaires par la commission du Codex.

Muséum national d'histoire naturelle. — A l'exemple de la Faculté des Sciences, le Muséum va faire connaître, dès le mois de juillet, le programme des cours du semestre d'hiver.

— M. Lacroix, professeur, commencera son cours de Minéralogie le 10 juin, à 17 heures, et le continuera les samedis et mardis. « Rorhes éruptives à nephéline et à leucite. » Les leçons du vendredi, sur l'application du microscope à la minéralogie, seront poursuivies.

— Le directeur du muséum est autorisé à accepter la donation faite par M. et Mme Bourlet de titres de rentes, affectés à la chaire d'entomologie.

— Le cours de physiologie du professeur Tissot a commencé le 23 mai (les affiches ont été posées le 22).

Les leçons ont lieu les mardis et jeudis à 15 h. : « Ferments du sang. Anaphylaxie et coagulation du sang. »

— Le cours de zoologie de M. Jacques Pellegrin, assistant, a commencé le 31 mai ; mercredis et vendredis à 14 h. : « Poissons de l'Afrique équatoriale et de Madagascar. »

Université de Bordeaux. — Une chaire d'hydrologie thérapeutique et de climatologie vient d'être créée (22 mai) à la Faculté de médecine.

Université de Strasbourg. — Le Ministre a approuvé la délibération du Conseil de l'Université prise le 3 avril, et relative à la création, à la Faculté des Sciences, d'un Institut du pétrole.

Université de Toulouse. — Une chaire d'hydrologie thérapeutique et de climatologie est créée à la Faculté de médecine.

Université d'Alger. — La chaire d'hygiène de la Faculté mixte de médecine et de pharmacie de l'Université d'Alger est transformée en chaire d'hygiène, d'hydrologie et de climatologie.

M. Chassevent, professeur d'hygiène, est nommé professeur de cette chaire.

Université de Lyon. — La chaire de chimie appliquée à l'agriculture est transformée en chaire de chimie agricole. M. Coutuvier, professeur sans chaire, en est nommé le titulaire.

— Une chaire de chimie industrielle est créée (fondation de l'Université). M. Meunier, maître de conférences, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Université de Montpellier. — M. Tarbouriech, professeur de pharmacie, est, sur sa demande, nommé professeur de chimie organique en remplacement de M. Astre, admis à la retraite.

— La délibération du Conseil portant création d'un Institut de botanique est approuvée (*J. Off.* 2 juin).

Université de Lille. — M. Chastelet, professeur de mathématiques générales, passe à la chaire de mécanique rationnelle. M. Gambier est nommé à la chaire de mathématiques générales.

Université de Rennes. — La Station entomologique de la Faculté des Sciences de Rennes fournit gratuitement tous les renseignements concernant les moyens à employer pour détruire les insectes nuisibles.

Ecrire à M. le Dr Bordas, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Rennes, en lui envoyant le nom ou un échantillon de l'insecte à détruire.

Université de Nancy. — M. Cuénot, professeur à l'Université de Nancy, vient d'être élu membre associé étranger de la Société linnéenne de Londres.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — En vue de la nomination d'un suppléant d'anatomie et de physiologie à l'Ecole d'Amiens, un concours s'ouvrira à la Faculté de Lille, le 4 décembre ; un autre concours aura lieu le 11 décembre pour la désignation d'un chef de travaux d'anatomie à la même Ecole.

Enseignement agricole. — M. Wery, directeur de l'Institut agronomique, a présenté à l'Académie d'agri-

culture les résultats obtenus depuis l'application de la nouvelle charte de l'enseignement agricole (lois du 2 août 1918, et du août 1920).

Ecole d'ingénieurs de Marseille. — La promotion spéciale de l'Ecole d'ingénieurs de Marseille, reconnue par l'Etat, comprend 33 élèves sortants (*J. Off.*, 27 mai).

Université de Gand. — L'Université ne sera pas flamandisée. Une Université flamande serait créée à Anvers. Cette solution donnerait satisfaction aux flamingants.

R. L.

NÉCROLOGIE

Ernest Solvay. — En annonçant à l'Académie la mort d'Ernest Solvay, M. Haller s'est exprimé en ces termes :

A la liste funèbre de nos disparus de cette année, nous avons le douloureux regret d'ajouter le nom de l'éminent industriel, du grand philanthrope, M. Ernest Solvay, qui vient de mourir à l'âge de 84 ans. Né à Rebecq-Rognon, en Belgique, notre confrère a eu la carrière la mieux remplie, la plus féconde qu'un homme d'action puisse souhaiter. C'est dans une usine à gaz, dirigée par un de ses oncles, qu'il entreprit ses premières recherches sur la fabrication de la soude à l'ammoniaque. Mieux favorisé par les circonstances que nos compatriotes Th. Schlœsing et Rolland, qui poursuivaient le même problème, il a réussi, en collaboration avec son frère Alfred Solvay, à asseoir sur des bases solides, parce que scientifiques, cette fabrication, un des tronçons les plus importants de la Grande Industrie Chimique. Il a apporté dans cette œuvre une énergie et une ténacité qu'il a qualifiées lui-même, dans modestie « d'entêtements industriels de sa jeunesse », et qu'on pourrait donner en exemple à bien des débutants.

La lutte entre le nouveau procédé et l'ancien, en l'espèce le procédé Le Blanc, fut longue et âpre, mais la victoire appartint, et appartiendra toujours, aux procédés à meilleurs rendements et à exploitation plus économique, malgré les perturbations momentanées qu'ils introduisent dans la production générale.

A partir du moment où le succès vint couronner ses efforts, M. Ernest Solvay, désormais libéré de tout souci matériel, se consacra à des études d'ordre social et économique.

Les problèmes qu'il souleva et les solutions qu'il préconisa dans ce domaine si complexe de l'exploitation industrielle et commerciale sont toujours marqués au coin de l'esprit le plus positif et le plus généreux. Il a consigné, dans deux opuscules parus sous les noms de *Principes d'orientation sociale* et de *Questions d'énergétique sociale*, la plupart des articles qu'il a publiés sur ces captivants sujets.

Estimant qu'une partie de la fortune acquise devait servir à des améliorations sociales et à des encouragements à la Science, il créa plusieurs Instituts à l'Université de Bruxelles, et dota largement les Instituts de Chime et d'Electrotechnique de Nancy, ainsi que l'Institut de Chimie appliquée de l'Université de Paris.

Sa dernière création ne fut pas la moins originale ni la moins réussie. Il s'agit de ces Instituts internationaux de Physique et de Chimie où périodiquement, tous les trois ans, il réunissait pendant trois jours, dans un des établissements du parc Léopold dépendant de l'Université, des savants de différents pays dans le but de « discuter et de fixer une série de points controversés des théories physiques et chimiques modernes ».

Bien que déprimé par la lutte constante qu'il eut à soutenir, pendant quatre ans comme président du Comité de ravitaillement belge, contre un ennemi barbare et implacable, il nous convoqua il y a un mois à peine, dans un de ces congrès privés, où entre confrères de pays alliés et neutres, nous abordâmes les questions de Physico-Chimie et de Chimie qui passionnent, depuis quelques années, les chercheurs et tout le monde pensant.

M. Ernest Solvay avait une foi profonde dans l'action civilisatrice de la Science, et accueillait avec faveur, toute suggestion, toute requête introduite dans un but de propagande et de production scientifique.

Aussi, sa déconvenue fut-elle grande quand, en 1914, il prit connaissance du manifeste des 95 intellectuels allemands approuvant l'envahissement de son pays et excusant les atrocités que les hordes allemandes y avaient commises et continuaient à y commettre. Patriote ardent et convaincu, il ne parlait, de ces heures tragiques, que d'une voix frémissante où perçaient sa désillusion et sa mésestime à l'égard des ennemis de son pays.

Belle et noble figure de l'industrie contemporaine, M. Ernest Solvay laissera un souvenir impérisssable, non seulement comme industriel novateur, mais encore comme sociologue, comme philanthrope et comme bienfaiteur de l'intellectualité à tous les degrés.

A. Haller,
Membre de l'Académie des Sciences.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 15 mai 1922

MÉCANIQUE. — *Gustave Guillaumin.* **Sur les équations de l'équilibre limite des corps cohérents.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Jean Chazy* (prés. par M. Goursat). **Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.**

PHYSIQUE. — *F. Michaud* (prés. par M. E. Bouty). **La rigidité des gelées.**

Cette étude a été poursuivie au moyen d'un dispositif expérimental analogue à celui du micromanomètre déjà décrit (C. R. t. 174, 1922, p. 205 et *Revue Scientifique*, 8 avril 1922, p. 241).

La mesure de la déformation correspondant à une différence de pression entre les deux extrémités du tube horizontal contenant les gelées, cette déformation étant rendue visible par le déplacement de grains de gomme-goutte incorporés dans la substance, permet le calcul du coefficient de rigidité. Celui-ci s'exprime, en fonction de nombre c de grammes de gélose contenus dans 1000 gr. du mélange, par la formule $\mu = 6{,}32\,c - 0{,}39)^{3{,}3}$

ELECTRICITÉ. — *Henri Abraham* et *René Planiol* (prés. par M. Brillouin). **Sur une nouvelle méthode d'émission doublant le rendement des stations de télégraphie sans fil.**

Il s'agit de l'émission simultanée de deux télégram-

mes par la même antenne, non plus à puissance réduite, mais avec toute la puissance du poste, en utilisant pour l'un une certaine longueur d'onde A, pour l'autre la longueur B ; les choses sont disposées de telle sorte que lorsque les deux clefs de manipulation se trouvent en même temps sur leur position de travail, l'émission se fait sur une troisième longueur d'onde C. Les essais effectués entre Nantes et Paris ont donné des résultats très satisfaisants.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Charpy* et *L. Grenet*. **Sur l'étude de la pénétration de la trempe dans l'acier.**

La barre primatique en acier est enveloppée par une couche d'amiante et portée à la température convenable ; elle est refroidie seulement du côté de la base du prisme. Elle est ensuite dépouillée de son enveloppe ; on mesure à la bille de Brinell les duretés à diverses hauteurs. Pour une chauffe de 950° suivie d'une trempe à l'eau, la dureté Brunell est de 570 à 3 m/m, de 370 à 10 m/m et 250 à 60 m/m. Les aciers autotrempants ont sensiblement la même dureté sur toute la hauteur. Cette méthode permet de suivre l'influence des proportions en métaux comme le nickel, le chrome, etc., sur la variation de la dureté.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Grebel* (prés. par M. G. Charpy). **Sur un comburimètre et un contrôleur pour le gaz, système Grebel-Velter.**

Cet appareil ingénieux est le complément du calorimètre ; il convient à la vérification de la puissance combustible par l'observation du ternissement du plomb fondu, par la mesure des volumes d'air et de gaz qui alimentent un four spécial.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mme Ramart* et *G. Albesco* (prés. par M. Haller). **Etude de deux propriophénones αα ββ substituées et de leurs produits de dédoublement par l'amidure de sodium.**

On a obtenu, avec l'amidure, des cétones substituées encore inconnues.

$$(C^6H^5)^2CH - C(R)^2CO - C^6H^5 \qquad \text{et}$$

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\rangle CH - C(R)^2CO - C^6H^5$$

Celles-ci, soumises à l'action de l'amidure, se scindent suivant deux schémas, pouvant servir pour la préparation générale des amides et acides propioniques αα — di-alcoylés et ββ substituées.

— *M. Delépine* (prés. par M. Haller). **Sur l'autooxydation des composés sulfurés organiques.**

A l'occasion des remarques énoncées par MM. Moureu et Dufaisse, sur les antioxygènes, l'auteur signale que les composés sulfurés organiques, qu'il avait préparés il y a une dizaine d'années, s'oxydent avec manifestations de phosphorescence ; il se produit des arrêts dus à des arrêts d'autooxydation comme si le composé sulfuré était son propre antioxygène. A. RIGAUT.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Maquenne* et *R. Cerighelli*. **Influence de la chaux sur le rendement des graines pendant la période germinative.**

Le plus souvent, la chaux n'a qu'une faible influence sur l'organisation des réserves, ce qui suppose en même temps qu'elle n'agit pas ou n'agit que très peu sur la respiration. Ce ne serait donc pas parce qu'elle facilite l'oxydation de la graine qu'elle favorise sa germination.

L'action favorisante de la chaux se fait sentir sur le poids des organes élaborés pendant la germination aussi bien que sur leurs accroissements en longueur.

PSYCHO-PHYSIOLOGIE. — *Henri Piéron* (prés. par M. Henneguy) **Loi de la vitesse d'établissement des processus chromatiques fondamentaux en fonction de l'intensité de l'excitation lumineuse.**

La vitesse du processus d'établissement (réciproque de la durée), aussi bien pour la sensation lumineuse d'après les méthodes de comparaison photométrique directe, que pour les processus fondamentaux des sensations chromatiques d'après la détermination du temps des couleurs subjectives de Fechner-Benham, paraît bien proportionnelle à la racine quatrième de l'intensité d'excitation. Si l'on écrit

$$V = \frac{I}{t}, \text{ on a } V = A.I^{0,25}$$

L'auteur conclut de ses expériences que la loi $V = A.I^{0,25}$ s'applique à la vitesse du processus psychologique déclenché par l'excitation lumineuse (du moins pour une catégorie d'éléments récepteurs, les cônes) aux deux versants de l'établissement et de l'évanouissement, les augmentations d'intensité accélérant dans la même proportion les phases initiale et terminale.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). **L'activation du spermatozoïde dans les fécondations hétérogènes.**

Des premières expériences de l'auteur, un résultat reste acquis : l'évolution du pronucleus mâle et la formation de l'irradiation dans les fécondations hétérogènes, même entre animaux d'espèces très éloignées, peuvent s'effectuer par un traitement en deux temps : traitement alcalin par une solution de NaOH ; traitement par une solution hypertonique de NaCl, puis report dans l'eau de mer normale.

ZOOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. Mesnil). **Sur la formation de fuseaux myolitiques et sur leur phagocytose dans le cœlome de *Lipobranchus intermedius* de Saint-Joseph.**

Les fibres musculaires lisses en s'altérant se fragmentent, et leurs fragments se présentent presque tous sous la forme de corps en fuseaux, réguliers, striés dans le sens de la longueur. La forme fuselée est tout à fait caractéristique des sarcolytes de ces fibres lisses.

Les sarcolytes fuselés de *Lipobranchus* rappellent de près les corps en fuseaux rencontrés dans le cœlome des Néréides à maturité sexuelle. Ils offrent en particulier une étroite ressemblance avec ceux qu'on trouve chez *Eunereis longissima*, espèce chez laquelle les fuseaux sont aussi de plus grande taille que chez les autres Néréides.

BACTÉRIOLOGIE. — *C. Gessard* (prés. par M. E. Roux). **Variétés de bacilles pyocyanoïdes.**

Les expériences ont été poursuivies sur la variété érythrogène du bacille pyocyanique.

Ni le bouillon, ni l'eau peptonée, ni la gélose-peptone glycérinée, ensemencés avec le germe transformé, n'offrent plus trace de la fonction pyocyanogène, cependant que subsistent les autres propriétés du bacille pyocyanique, telles que forme, pouvoir liquéfiant de la gélatine, production de la fluorescence verte en bouillon. Mais d'un autre côté, en milieux peptonés, le même germe continue de produire le pigment rouge qui caractérise la variété érythrogène du bacille pyocyanique. A l'exemple de celui-ci, le nouveau bacille pyocyanoïde, en tout comparable, doit être dit de variété érythrogène, resté d'autre part de race F à faire toujours de la fluorescence verte dans le bouillon.

MICROBIOLOGIE. — *Albert Berthelot* et *Mme St. Danysz Michel* (prés. par M. E. Roux). **Sur la présence des microbes acétonogènes dans la flore intestinale des diabétiques.**

Des microbes acétonogènes se trouvent très fréquemment, et en abondance, dans les matières fécales de diabétiques, alors que ces mêmes germes paraissent se maintenir bien rarement dans l'intestin de personnes non glycosuriques.

Il y a des microbes acétonogènes qui peuvent, chez le lapin, alimenté surtout d'hydrocarbonés, déterminer par *ingestions répétées* une glycosurie persistante accompagnée fréquemment d'un certain degré d'acidose.

Ces résultats montrent l'intérêt que présente l'étude des microbes acétogènes du contenu intestinal des diabétiques, mais de nombreuses expériences sont encore nécessaires avant de pouvoir se prononcer sur leur rôle dans l'étiologie de certaines diabètes ou de certaines acidoses.

— *M. Breton* et *V. Grysez* (prés. par M. Roux). **Réactions de défense et d'immunité provoquées par injection intradermique de microbes vivants ou tués par la chaleur.**

Les auteurs ont constaté l'exceptionnelle propriété de défense que présente chez le lapin le derme vis-à-vis des microbes qui y sont inoculés et ils ont pu provoquer les réactions humorales qui accompagnent l'immunité, *par injection unique, dans le derme*, de divers microbes vivants ou tués par la chaleur.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 22 mai 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Spyridion Sarantopoulos* (prés. par M. Hadamard). **Sur les fonctions croissantes positives.**

— *Th. Varopoulos* (prés. par M. Emile Borel). **Sur quelques théorèmes de M. Borel.**

— *Rolf Nevanlinna* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les relations qui existent entre l'ordre de croissance d'une fonction monogène et la densité de ses zéros.**

MÉCANIQUE. — *Jules Andrade.* **Sur trois classes de mouvements vibratoires non entretenus.**

— *D'Ocagne.* **Vue d'ensemble sur les machines à calculer.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Eugène Pagezy* (prés. par M. Rateau). **Sur la forme optimum à donner aux hélices propulsives.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Fatou* (prés. par M. Goursat). **Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.**

ASTRONOMIE. — *P. Chofardet* (transm. par M. B. Baillaud). **Observations de la comète Skjellerup (1922 *a*), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon.**

Ces observations ont été faites les 19 et 20 mai 1922 ; la comète était de grandeur 12,5, avait une largeur de 1′ au maximum et présentait une condensation assez incertaine et décentrée.

— *A. Schaumasse* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de la comète Schjellerup (1922 *b*), faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.**

Cette observation a été faite le 19 mai : la comète était de grandeur 12, constituée d'une nébulosité diffuse de 2′ environ d'étendue.

PHYSIQUE. — *A. Andant* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les variations de l'opalescence critique avec la température et la longueur d'onde de la lumière incidente.**

Les observations ont été faites sur cinq liquides à températures critiques élevées (éther, acétates de méthyle, d'éthyle, de butyle, d'isobutyle). Les mesures d'opalescence ont été obtenues en comparant l'intensité d'un faisceau lumineux traversant le brouillard critique à celle d'un faisceau venant de la même source et affaiblie au moyen de prismes de Nicol.

L'opalescence commence à apparaître à 3° au-dessus de la température de réapparition du ménisque et s'évanouit à 0°5o après la réapparition. L'intensité du maximum est en raison inverse du carré de la longueur d'onde.

— *Edmond Bauer* (prés. par M. Brillouin). **Sur le champ électromagnétique des trajectoires stationnaires de Bohr.**

Voici comment, à la lumière de différents points de vue indiqués par M. Bauer, on peut s'imaginer la distribution des champs dans un atome d'hydrogène : « D'abord, au voisinage immédiat de l'électron, même champ que s'il était libre et animé d'une vitesse constante égale à sa vitesse actuelle. Ceci reste vrai quelle que soit la nature de ces champs, qu'ils obéissent aux lois classiques ou à d'autres encore inconnues. Puis vient une zone intermédiaire dont nous ne savons rien.

Enfin, à partir d'une distance ρ s'étend jusqu'à l'infini la région de champs constants. Il est probable que dans ces deux dernières régions intervient aussi le champ de noyau et qu'il contribue à la création d'un régime permanent. »

ELECTRICITÉ. — *Augustin Frigon* (prés. par M. Paul Janet). **Etude expérimentale sur les pertes d'energie dans quelques diélectriques industriels.**

On a opéré sur des éprouvettes de papier imprégné de vaseline et de résine, ayant la forme de cylindres de 40 cm. de longueur et de 2 cm. de diamètre. Les pertes varient avec le temps ; elles dépendent de la température, de la tension ; elles augmentent un peu moins vite que la fréquence.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Flajolet* (prés. par M. Baillaud). **Perturbations de la déclinaison magnétique a Lyon pendant l'année 1920-1921.**

On a enregistré 223 jours calmes ou très faiblement perturbés contre 213 en 1919-1920 ; 130 jours avec des perturbations comprises entre 3′ et 15′ contre 147 en 1919-1920. Le nombre des jours présentant des perturbations supérieures à 15′ a été de 10. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Urbain* et *G. Urbain.* **Extraction et purification du scandium de la thorveitite de Madagascar.**

Ce minéral renferme 42 p. % de scandine. Après attaque à la soude et conversion en sulfates solubles, on précipite le scandium et les terres rares par l'acide fluorhydrique. Les fluorures gélatineux, traités par l'acide sulfurique, puis repris par l'eau, donnent un précipité de sulfate acide de scandium. L'insolubilité du sulfate double de potassium et de scandium dans le sulfate de potassium permet de séparer le néoytterbium, l'ytterbium et le lutécium. On achève la purification en dissolvant les hydroxydes dans l'acétylacétone. L'acétylacétonate de scandium est soluble dans le chloroforme, alors que les acétylacétonates yttriques ne le sont pas. On utilise aussi la volatilité de ce composé dans le vide à 200°.

— *E. Berger* (prés. par M. G. Lemoine). **Sur la réduction des oxydes par l'hydrogène.**

Les courbes de vitesse de réduction de NiO et de Fe^2O^3 présentent un coude. Dans le cas de Fe^2O^3 réduit à 209°5, le coude est accentué lors du passage de Fe^2O^3 à Fe^3O^4 et on ne note aucune discontinuité lors de la formation de FeO. M. Chaudron a montré que FeO est instable à cette température ; la réduction de CuO se fait sans discontinuité comme si Cu^2O ne se formait pas.

— *A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur l'allotropie « dynamique » du tellure.**

La théorie de l'allotropie dynamique du tellure de MM. Cohen et Kröner est infirmée ; les constantes physiques de tellure pur gardent leur signification ; la densité de Te cristallisé est 6,310, alors que celle de Te amorphe est 5,85-5,87. Ce dernier corps chauffé à 350° se transforme en Te cristallisé avec dégagement de chaleur.

— *A. Dauvillier* (prés. par M. G. Urbain). **Sur les séries L du lutécium et de l'ytterbium et sur l'identification du celtium avec l'élément de nombre atomique 72.**

L'examen spectrographique de haute fréquence permet d'identifier le celtium avec l'élément de numéro atomique 72, dont la masse atomique serait comprise entre 175 (lutécium) et 181,5 (tantale).

— *G. Urbain.* **Les numéros atomiques du néoytterbium, du lutécium et du celtium.**

A propos de la note précédente relative aux éléments qu'il a découverts, l'auteur rappelle ses recherches d'il y a 10 ans sur l'ancien ytterbium et l'histoire de la découverte des trois nouveaux métaux. En juin 1914, il était allé à Oxford pour faire examiner par Moseley leurs spectres, le néoytterbium et les lutécium présentaient les numéros atomiques 70 et 71, mais il fut impossible d'identifier le celtium avec l'élément 72. Avec les mêmes produits, M. Dauvillier, mettant en œuvre une technique meilleure, a pu confirmer l'identification. Rappelons que Moseley, engagé volontaire de la grande guerre, a été tué aux Dardanelles. Sir E. Rutherford a publié les dernières recherches du génial physicien.

— *A. Boutaric* et *M. Vuillaume* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Floculation du sulfure d'arsenic colloïdal. Influence de la concentration du colloïde, de l'agitation et de la température.**

On observe l'opacité ; les courbes montrent l'influence de l'électrolyte floculeux et celle de la concentration. L'opacité limite est atteinte d'autant plus vite que la concentration du colloïde est plus grande. La vitesse de floculation varie en sens inverse de la température pour certains électrolytes et dans le même sens pour d'autres.

— *Clément* et *Rivière* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Essais de fabrication synthétique des nacres par production de réseaux chimiques.**

On arrive à un nacrage par la formation d'une pellicule de carbonate et de phosphate de chaux sur la surface. On emploie un sel soluble de calcium dans une solution de gélatine et on immerge dans une solution de carbonate et de phosphate.

CHIMIE MINÉRALE. — *A.-A. Guntz* (prés. par M. A. Haller). **Sur le sulfure de zinc phosphorescent.**

Alors que la blende est la forme stable au dessous de 1020°, la wurtzite hexagonale est stable aux températures élevées. Toutes les deux sont phosphorescentes, mais la wurtzite a une phosphorescence de plus longue durée qui semble dépendre de la structure cristalline. On sait que la pulvérisation empêche l'émission lumineuse.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *A. Job* et *R. Reich* (prés. par M. Ch. Moureu). **Essai d'extension systématique de la préparation des organo-métalliques. Application à l'iodure de fer éthyle.**

Au moyen d'une technique appropriée, tous les métaux peuvent être utilisés. Ainsi l'iodure ferreux, en solution éthérée et en présence de CO^2, réagit sur la solution éthérée d'iodure de zinc éthyle pour donner C^2H^5FeI. Avec l'eau ou l'alcool, on obtient avec de l'éthane, de l'iodohydrate ou de l'iodoéthylate ferreux. La même réaction se produit avec le chlorure ferreux, mais plus lentement. A. Rigaut.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* **Sur les croix de Malte présentées par les bois soumis à des traumatismes.**

Il s'agit de tiges qui présentent sur leur section une croix de Malte d'un brun noirâtre, cette croix apparaissant le plus nettement avec les bois de Châtaigniers. Chez d'autres essences (Sycomore, Erable plane, Cornouiller, etc.), le même phénomène est à peine ébauché. Le fait est dû à un ébranlement de l'assise génératrice, à la suite de traumatismes exécutés en vue d'obtenir des cannes, des manches de parapluies ou d'ombrelles offrant, après décoration, une certaine ornementation. Les croix de Malte se présentent sous l'aspect de quatre secteurs bruns superposés à quatre génératrices de blessures.

PHYSIOLOGIE. — *A. Policard* et *Mlle Juliana Tritchkovitch* (prés. par M. Roux). **Sur la fixation directe des graisses par les glandes sébacées.**

Une partie de la graisse des glandes sébacées est élaborée par la cellule au cours de son évolution. A cette adipogenèse semblent participer les mitochondries, dans une suite compliquée de transformations. D'autre part, à côté de ce processus complexe d'élaboration adipeuse, intervient un phénomène cytologique plus simple de fixation directe de la graisse véhiculée, par le sang. Cette *adipopexie* ne se produit que lorsque les cellules, extrêmement chargées de graisse, ont acquis une structure colloïdale spéciale, analogue à celle des éléments du tissu adipeux et caractérisée morphologiquement par l'existence de vésicules adipeuses périphériques et volumineuses.

— *Paul Portier* et *Marcel Duval* (prés. par M. Henneguy). **Variation de la pression osmotique du sang des Poissons Teleostéens d'eau douce sous l'influence de l'accroissement de salinité de l'eau ambiante.**

La pression osmotique du sang de la Carpe augmente à mesure que l'eau environnante s'enrichit en sels ; mais elle augmente moins vite que celle du milieu extérieur. Il en résulte que cette pression, très supérieure au début à celle de l'eau, est devenue inférieure pour les fortes concentrations.

Le poids du Poisson diminue à mesure que la teneur en sels du milieu augmente. La diminution de poids va d'abord en s'accentuant régulièrement avec l'accroissement de la salinité. Mais, à partir d'une teneur en sels de 15 pour 1000, la diminution de poids s'atténue.

— *Henry Cardot* et *Henri Laugier* (prés. par M. Ch. Richet). **Le réflexe linguo-maxillaire (*ptérygoïdien reflex*).**

Ce réflexe consiste en ceci : quand on pince d'une façon énergique et rapide le bord de la langue, dans la région de la pointe, on obtient un abaissement brusque de la mâchoire inférieure. Les auteurs apportent la preuve expérimentale du caractère réflexe de ce mouvement. La preuve directe est donnée par l'étude des voies nerveuses du réflexe. Le mouvement que l'on observe est essentiellement dû à la contraction des muscles digastriques.

— *Gabriel Bidou.* **Compas d'orientation du pied.**

L'appareil présenté dans cette Note a pour but de fixer l'orientation du pied dans ses trois plans : frontal, vertical et horizontal, d'en donner par lecture

directe sur des rapporteurs ou des règles graduées, les angles et les rapports. Cela permettra de rétablir pour le malade une sustentation physiologique, par la correction appropriée des difformités établies scientifiquement.

ENTOMOLOGIE. — *Clément Vaney* et *Jean Pelosse* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Relations entre le sang et la coloration du cocon chez le *Bombyx mori*.**

Le sang des vers à cocons blanchâtres noircit très rapidement à l'air, tandis que celui des vers à cocons colorés ne subit dans le même temps qu'un faible brunissement superficiel. Ce brunissement est dû à l'action d'une diastase oxydante, la tyrosinase, sécrétée par les éléments du sang. Le sang des vers à soie à cocons blanchâtres contient beaucoup plus de tyrosinase que celui de vers à cocons colorés. C'est là une différence des plus intéressantes permettant d'expliquer les variations de coloration des cocons observées chez les vers à soie et qui servent souvent à caractériser les diverses races de *Bombyx mori*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Fauré-Frémiet* et *Mlle H. Garrault* (prés. par M. Henneguy). **Constitution de l'œuf de Truite (*Trutta fario*).**

Les auteurs ont pu séparer de 132 g. d'œufs, 32 g. 8 de vitelline sèche. La vitelline de Truite fraîchement précipitée est soluble en milieu alcalin et précipitable par neutralisation ou acidification légère ; elle est coagulable par la chaleur. L'extrait éthéré a fourni des glycérides, des phosphatides et de la cholestérine.

L'œuf de Truite renferme 0.34 pour 100 de sucre réducteur, une quantité appréciable de chaux. L'œuf total sec contient 1.27 pour 100 de phosphore.

— *André Helbronner* et *W. Rudolfs* (prés. par M. A. Haller). **L'attaque des minerais par les bactéries. Oxydation de la blende.**

Certaines bactéries convertissent la blende en sulfate de zinc. Le zinc solubilisé n'empêche pas l'action ultérieure des bactéries. La présence du soufre favorise l'oxydation. Les bactéries de Lippmann produisent suffisamment d'acide sulfurique pour solubiliser les silicates et le carbonate naturels de zinc. Dans les minerais de zinc et de plomb, le zinc est solubilisé à l'exclusion du plomb, d'où une méthode de séparation des deux métaux.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L. Fournier*, *C. Levaditi*, *A. Navarro-Martin* et *A. Schwartz* (prés. par M. Roux). **Action préventive, dans la syphilis, du dérivé acétylé de l'acide oxyaminophénylarsinique (sel de soude).**

Les expériences sur les animaux, au nombre de 21, montrent que le 190, administré « per os », 2 heures, 5 heures, 6 heures, 2 jours et même 7 jours après l'infection spirochétienne, agit préventivement (dose minima essayée : 0 g. 1 par kilogramme). Son efficacité prophylactique apparaît également chez le lapin soumis à la contamination par simple contact sexuel.

Les essais sur l'homme confirment ces données expérimentales. Ils prouvent que, à la dose de 2 g., administré 5 heures après une infection massive, le 190, pris par la bouche, met à l'abri de la contamination.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Stations centrales, Postes de transformation et lignes de transmission de force, par M. V. Neveux, Ingénieur des Arts et Manufactures, (Encyclopédie technique des aide-mémoire Plumon). Quatrième groupe, n° 2. Un vol in-12, de 238 pages, avec 156 figures. Ch. Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1922. — Prix : 16 francs.

Cet ouvrage traite : des postes de transformation à haute tension, des canalisations électriques pour courant continu et courant alternatif, des lignes aériennes, (calculs mécaniques, supports, établissement), des canalisations souterraines. Il renferme, en outre, l'arrêté du 21 mars 1911 relatif aux conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, des Notes et de nombreux Tableaux groupant toutes les données numériques relatives aux questions traitées.

Le livre donne donc, sous un faible volume, tout ce qui concerne les postes de transformation et les lignes de transmission d'énergie. Il rendra de précieux services aux ingénieurs, chefs d'ateliers et contremaîtres qui s'intéressent à ces questions. A. Bc.

A manual of seismology par Charles Davison. In-8° de 256 pages avec 100 figures. Cambridge University press.

Ce petit livre destiné aux étudiants de Cambridge est comme tous les livres de cette série, clair et précis, avec une illustration très parlante.

L'auteur y passe rapidement en revue les seismographes, les données sur la nature et l'intensité des tremblements de terre, sur les phénomènes sonores et autres manifestations secondaires qui les accompagnent. D'autres chapitres sont consacrés à l'étude des déformations de la croûte terrestre, à la détermination du foyer sismique, à la distribution géographique, à la périodicité des tremblements de terre.

Cet ouvrage est un bon résumé des données classiques sur la seismologie; on peut seulement lui objecter que sa bibliographie est trop spécialement anglaise.

Ces jolis volumes, clairs, et facilement lisibles de la série de Cambridge, nous font vivement regretter l'absence de livres semblables dans la littérature de langue française. P. L.

Relativity. The electron theory and gravitation, par E. Cunningham, 2e édition (Collection des monographies sur la physique, publiées sous la direction de J.-J. Thomson), 2e édition. Un vol. in-8° de 148 pages avec figures. Longmans, Green and Co, 39 Paternoster Row, London. — Prix, relié : 10 sh. net.

Cette monographie constitue une étude en vue de relier, aussi clairement et aussi simplement que possible, la théorie de la relativité à la théorie électronique et de montrer jusqu'à quel point la première est le complément naturel et nécessaire de la seconde. Elle a été surtout rédigée au point de vue expérimental avec le moins de développements mathématiques possibles. Elle sera appréciée des physiciens qui désirent acquérir une connaissance précise des nouvelles théories.

L'ouvrage est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur étudie le principe de relativité restreinte : il en expose l'origine, étudie la relativité de

l'espace et du temps, celle des vecteurs de la théorie électromagnétique, puis il indique les répercussions du principe de relativité sur la mécanique et il analyse les travaux de Minkowski sur l'espace à quatre dimensions. La deuxième partie est consacrée à la relativité généralisée, aux vérifications expérimentales et aux développements récents de Weyl. A. Bc.

Absolute measurements in Electricity and Magnetism, par ANDREW GRAY, 2e édition, revue et augmentée. In-8° de 837 pages. Macmillan, éditeur, Londres. — Prix : 42 sh.

Le traité classique de Gray sur les mesures absolues en électricité et en magnétisme, a paru en 1888 et l'on peut dire que depuis cette époque il a servi de guide à tous les physiciens anglais qui ont eu à s'occuper de la question. Il est naturel que les progrès récents de la physique, particulièrement dans le domaine de la télégraphie sans fil, aient rendu sensibles quelques lacunes dans la description des méthodes, et il faut féliciter vivement M. Gray d'avoir remis au point son ouvrage en l'adaptant aux besoins de la science actuelle. Sous sa forme présente, son Traité redevient un instrument de travail indispensable pour tous les expérimentateurs désireux de précision. Bien entendu, l'auteur n'aurait pu, sans donner à son ouvrage une ampleur qui en changerait le caractère, entrer dans la description détaillée des méthodes nouvelles utilisées en haute fréquence. Il s'est contenté d'insister spécialement sur les procédés vraiment précis de mesure des courants et de calcul des bobines. Les deux importants chapitres qu'il consacre à ce sujet seront particulièrement appréciés des sansfilistes. Les travaux de Smith (National Physical Laboratory, 1913) sur la mesure des courants en valeur absolue trouvent place au Ch. XVIII et complètent très heureusement les déterminations classiques faites à l'aide du champ magnétique terrestre. L'ensemble des recherches très importantes effectuées par le Bureau of Standards de Washington est également mis à profit par l'auteur (calcul des selfs, étalons d'induction, électrodynamométrie, etc.). Outre ces additions caractéristiques, la présente édition a encore été remaniée et complétée sur un grand nombre de points. Elle comporte 830 pages de texte avec des figures nombreuses et soignées, qui en rendent l'étude très attachante et très profitable. Léon BLOCH.

Les principes de l'Analyse chimique par VICTOR AUGER, Maître de Conférences à la Sorbonne. In-16 de 221 pages avec 77 figures. Colin, éditeur, Paris.— Prix : 5 francs.

Pendant longtemps l'analyse chimique a été considérée comme étant uniquement constituée par des réactions et des recettes conventionnelles. Cependant depuis le travail d'Ostwald sur les *Principes de l'analyse chimique*, les auteurs ont accordé une place, encore bien minime, aux notions théoriques élémentaires.

M. Auger a comblé cette lacune en publiant ce petit traité, fruit de vingt années d'enseignement, dans lequel il expose ce que le chimiste ne doit plus ignorer pour connaître, comprendre et perfectionner l'analyse chimique.

Les débutants y verront le lien qui enchaîne des réactions, en apparence indépendantes ou qui, parfois, semblent même contradictoires.

Les praticiens de l'ancienne école y trouveront un exposé des nouvelles méthodes avec lesquelles, ils ne sont pas encore, souvent, bien familiarisés. L. Ft.

La nouvelle éducation française, par JOSEPH WILBOIS, directeur de l'Ecole d'administration et d'affaires In-18 de 404 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

M. Wilbois, dont on sait la pertinence en la matière, consacre un volume d'une impression dense au problème de l'éducation nouvelle qui s'impose aux Français après les terribles pertes subies par notre pays du chef de la guerre. Chaque Français doit désormais compter pour deux, réaliser en lui la multiplication des hommes : cela est un fruit de l'éducation, fonction de tous les métiers.

L'éducateur, pour le bien fournir, devra avoir le don, l'expérience, surtout la science. Le livre I de l'ouvrage est consacré à la société de demain : méthode sociologique, caractère de la génération prochaine, traditions des générations passées. Dans le livre II où est étudiée l'âme de l'enfant, l'auteur recherche quelle est la forme psychologique en action, les formes diverses de l'activité chez l'enfant, comment il arrive à l'acte volontaire ; les fonctions préparatoires ou fonctions rationnelles (observation, imagination, mémoire). les fonctions rationnelles (abstraction ou généralisation). Il y a là des pages d'une psychologie d'observation toute pratique. Vient ensuite la révolution nécessaire en éducation. Organisation des écoles pour la meilleure éducation de l'activité et de l'esprit. Il faut développer la culture physique avec soin ; culture de l'activité chez les enfants par le dressage aux divers âges avec les qualités nécessaires à ces diverses périodes de la vie pour aboutir à donner au jeune homme deux qualités primordiales : audace et envergure. Les détails de la culture intellectuelle sont envisagés en fonction des qualités qui viennent d'être énumérées et doivent tendre à former des esprits nets, pragmatistes ; des chefs, soit ouvriers, soit patrons et ici l'auteur tient que l'esprit de finesse doit être procuré par la culture psychologique fondée sur l'observation plutôt que par la culture classique pure. Il est des chefs d'industrie qui proclament l'utilité qu'a eue cette dernière culture sur la formation de l'esprit par les exercices grammaticaux qui sont des exercices de logique. L'auteur recherche en terminant quels dons doivent avoir les éducateurs et comment les leur procurer ; comment il faut opérer une sélection des élèves.

Au terme d'un exposé compendieux, toujours nourri d'observations intéressantes, M. Wilbois déclare avoir voulu seulement dresser un programme, dire ce que doit être un producteur complet, un organisateur. Il émet le vœu, et puisse ce vœu trouver une prompte réalisation, que des équipes de travailleurs en fassent l'application. Louis BATCAVE.

Histoire d'une idée. — L'œuvre de Metchnikoff, par le Dr A. BESREDKA, professeur à l'Institut Pasteur. In-8° de 135 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Seule Madame Metchnikoff pouvait écrire le livre admirable qu'elle a dédié à la mémoire du grand biologiste, cette biographie aussi exacte que complète, dont tout l'intérêt a été si bien révélé aux lecteurs de la *Revue Scientifique* par l'important compte-rendu de M. Caullery (1); de même, seul, parmi les disciples d'Elie Metchnikoff, le Dr Besredka pouvait entreprendre la tâche difficile d'exposer dans toute son ampleur et son

(1) Vie d'Elie Metchnikoff par Mme Olga Metchnikoff ; 1 vol. in-8°. Hachette, Paris.

unité l'œuvre scientifique du savant qui a si « largement contribué à la gloire de l'Institut Pasteur » (1).

Pendant vingt ans l'auteur de cet ouvrage a travaillé auprès de Metchnikoff. Après avoir été son élève, il est devenu son plus fidèle collaborateur et le confident de ses pensées, de ses espoirs scientifiques ; plus qu'aucun autre il a pu s'imprégner de ses idées et se convaincre de l'harmonieux enchaînement de ses découvertes. Aussi est-ce bien à lui que revenait d'écrire une sorte de complément purement scientifique au livre de Madame Metchnikoff et de montrer aux esprits cultivés l'importance considérable de tous les éléments de l'œuvre de l'illustre savant, en même temps que le lien évident qui rattache entre elles la plupart de ses découvertes.

Quiconque s'intéresse aux progrès des sciences biologiques devrait lire cette *Histoire d'une idée,* écrite aussi clairement que simplement et dans laquelle l'auteur a su laisser à chaque groupe de faits l'importance relative que Metchnikoff lui aurait certainement accordée. Tous les lecteurs de l'ouvrage si attachant de Madame Metchnikoff, dans lequel la puissante personnalité du Maître captive plus particulièrement l'attention, prendront plaisir à passer de nouveau en revue l'ensemble de son œuvre, dans le livre, forcément plus technique, mais cependant si intéressant, auquel est consacrée cette analyse. A. BERTHELOT.

Théorie de la combustion et utilisation des combustibles, par Léon LESUR, Ingénieur des Arts et Manufactures. In-16 de 180 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — **Prix : 8 francs.**

La situation économique actuelle, née de la guerre, fait passer au premier plan une question jusqu'ici très négligée, celle des économies de combustibles.

En présence des prix actuels de ces produits, il est devenu indispensable de réagir contre les habitudes de gaspillage autrefois trop répandues.

Pour le faire utilement, il est nécessaire avant tout que tous ceux qui ont à s'occuper de cette question possèdent des notions assez complètes de la théorie de la combustion et des méthodes d'utilisation de l'énergie calorifique. Or, s'il existe sur cette question certains ouvrages très bien faits et très complets, ils ont, pour la plupart, l'inconvénient d'exiger des connaissances assez étendues, et de n'être à la portée que de théoriciens ayant fait des études spéciales.

M. Lesur a tenté d'écrire un ouvrage plus modeste, qui puisse être mis, sinon entre les mains de tout le monde, du moins entre celles de praticiens n'ayant que des connaissances théoriques très sommaires.

Ce premier volume sera suivi d'un second, traitant de la définition et de la classification des combustibles et donnant un certain nombre de croquis de fours et de foyers industriels. L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Branislav Petronievics. — Ueber das becken, den schultergürtel und einige andere teile der Londoner Archœoptryx. In-8° de 30 pages avec 1 pl. Georg et Cie, éditeur, Genève. — Prix : 3 francs.

(1) Lettre du Dr Roux, à l'occasion du Jubilé de Metchnikoff (*Ann.* de l'Institut Pasteur, mai 1915).

A Fowler. — Report on series in line spectra. In-8° de 300 pages. Fleetway press, London. — Prix : 13 sh.

C. Cavallier. — Notes économiques d'un métallurgiste. In-8° de 152 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 3 fr. 50.

F. Maurette. — Les grands Marchés des matières premières. In-16 de 190 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

A. Sartory et *L. Maire.* — Les champignons vénéneux. In-8° de 243 pages avec 10 planches en couleur. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

J. Cannell Cain et *J. Field Thorpe.* — Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires servant à leur fabrication. Trad. sur la 4e édition anglaise, par Delmarcel et Drapier. In-8° de 640 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix 58 francs.

Léon Bloch. — Le Principe de la Relativité et la théorie d'Einstein. In-8° de 45 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 3 fr. 50.

Michel Petrovitch. — Notice sur ses travaux scientifiques (1894-1921). In-8° de 152 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

W. D. Lang. — Catalogue of the fossil bryozoa (polyzoa). T. IV, pars II. The cribrimorphs. In-8° de 404 pages avec 8 planches. Longmans, Green et Cie, London. — Prix : 1 liv. 12 sh.

M. Nicolle et *J. Magron.* — Les maladies parasitaires des plantes. Infestation et infection. In-16 de 199 pages. Masson, éditeur, Paris.

Jean Becquerel. — Exposé élémentaire de la théorie d'Einstein. In-16 de 204 pages. (Collection Payot). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

Dr Paul Duhem. — L'emploi des rayons X en médecine. In-8° de 304 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix 10 francs.

Pierre Termier. — A la gloire de la Terre. In-8° de 402 pages. Nouvelle Librairie nationale, éditeur, Paris. — Prix 15 francs.

W. M. Hicks. — A treatise on the analysis of spectra. In-8° de 326 pages. Cambridge University Press. — Prix : 35 sh.

A. Raffalovich. — Le Problème financier russe. La dette publique de la Russie. In-8° de 228 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix 12 francs.

F. Michaud. — Rayonnement et Gravitation. In-8° de 63 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Ed. Goursat. — Leçons sur le Problème de Pfaff. In-8° de 386 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

H. Ollivier. — Cours de Physique générale, T. II, Thermodynamique et étude de l'énergie rayonnante. In-8° de 415 pages avec 146 figures et 4 planches. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

B. Chauveau. — Electricité atmosphérique, 1er Fasc. Introduction historique. In-8° de 100 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Z. Le Rouzic. — Les Monuments mégalithiques de Carnac et de Locmariaquer. Leur destination. Leur âge. In-16 de 48 pages avec 5 vues et 1 carte. Lafolye et Cie, imprimeurs-éditeurs, Vannes. — Prix : 2 fr.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 12 — 60e ANNÉE — 24 JUIN 1922

LA THÉORIE ÉLECTRONIQUE DE LA MATIÈRE
LES LEÇONS DE LA GUERRE [1]

II. La théorie électronique de la matière

J'en viens maintenant à une question scientifique qui captive actuellement l'attention générale. Elle est d'ailleurs étroitement en rapport avec le discours prononcé par Lord Kelvin il y a cinquante ans.

La théorie moléculaire de la matière — que l'Antiquité nous a transmise dans sa forme essentielle et qu'ont perfectionnée divers penseurs et philosophes à travers les âges — n'avait jamais reposé sur des bases expérimentales sérieuses jusqu'à l'époque actuelle. En 1871, au moment où parlait lord Kelvin, le développement de l'hypothèse moléculaire avait amené les physiciens à formuler la théorie cinétique des gaz issue des travaux de Joule, Clausius et Clerk-Maxwell. Comme le disait notre président d'alors, aucune théorie moléculaire vraiment claire n'avait été imaginée avant le dix-neuvième siècle. Mais, grâce à sa remarquable pénétration d'esprit, il avait compris que cette théorie nouvelle, si parfaite et si complète fût-elle, était seulement : « l'unique coin déjà dressé d'une sorte d'immense carte à laquelle chacune des sciences physiques doit collaborer et qui mettra en évidence les relations dynamiques des diverses propriétés de la matière ». C'est à l'hypothèse atomique que sont dus les nouveaux perfectionnements de cette carte. Cependant, l'explication de la chaleur, de la lumière, de l'électricité et du magnétisme, des phénomènes de diffusion au sein des solides, des liquides et des gaz par l'étude exclusivement statistique du grand nombre des atomes ne saurait donner complètement satisfaction à l'esprit humain ; alors que la notion même d'atome n'est qu'une simple hypothèse. Maintenant que la théorie moléculaire dont nous devons les premiers éléments à Clausius et à Maxwell est à peu près complète, nous nous trouvons en présence d'une question très importante, de la *grande question : Quel est le mécanisme intérieur de l'atome?*

Si les propriétés de la matière dépendent du mécanisme intérieur de l'atome, une théorie atomique, pour être acceptable, doit les englober et les expliquer toutes. Il ne peut y avoir, pour le physicien et pour le chimiste, deux conceptions différentes de l'atome. Toute théorie atomique doit faire état de l'affinité chimique et de la valence, des différentes propriétés des éléments chimiques, de leur constitution interne, de leur nombre, de la périodicité de leur classification, de leur groupement isotopique possible et elle doit expliquer tout cela. Depuis cinquante ans, la plupart des chimistes se sont contentés d'admettre la définition de l'atome telle que l'a donnée Dalton, héritier des théories de Newton.

(1) Suite et fin du Discours prononcé à la réunion de 1921 de la « British Association » (Voir *Revue Scientifique*, numéro du 10 juin, page 357).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Lord Kelvin, à la différence des chimistes d'alors, n'avait pas l'habitude d'éluder les questions relatives à la solidité ou à l'indivisibilité des atomes en les considérant comme infiniment petits et infiniment nombreux. De plus il n'envisageait pas, comme Boscovich, l'atome « comme un point mystique doué d'inertie et susceptible d'attirer et de repousser d'autres centres identiques à lui-même ». La Science n'avance pas autant par la modification radicale des anciennes doctrines que par les additions successives qu'on peut faire aux théories déjà admises. Dalton avait également considéré l'atome « comme un fragment matériel de dimensions mesurables dont la forme, le mouvement et les lois d'action pouvaient être recherchées scientifiquement ».

La théorie atomique de Dalton a été généralement admise pendant près d'un siècle et c'est seulement dans ces dernières années que les physiciens sont arrivés à une conception de l'atome suffisamment précise. Le chimiste peut maintenant expliquer les relations entre les propriétés d'éléments différents et faire la lumière sur le mécanisme des réactions chimiques.

Cette nouvelle réponse à la grande question : « Quel est le mécanisme intérieur de l'atome? » a bouleversé les concepts fondamentaux de la chimie. Elle nous a permis de connaître plus intimement la nature exacte des éléments chimiques. La découverte de l'électron, la production de l'hélium lors de la désintégration des atomes, l'existence des phénomènes d'isotopie et tout un ensemble de remarquables travaux ont permis d'émettre l'hypothèse que tous les atomes élémentaires sont composés soit d'atomes d'hélium, soit d'atomes d'hydrogène et d'hélium. Ces atomes, à leur tour, seraient formés de deux constituants : l'un, l'électron, semble être une particule d'électricité négative dont la masse est seulement le 1/1.800e de celle de l'atome d'hydrogène tandis que l'autre est une particule d'électricité positive de masse sensiblement égale à celle de l'atome d'hydrogène.

Toutes ces découvertes dues au labeur de Soddy, de Rutherford, de J.-J. Thompson, de Collie, de Moseley et d'autres, constituent une série de faits extrêmement probants qui ont modifié complètement l'aspect fondamental de la Science. En somme, la philosophie chimique semble définitivement entrer aujourd'hui dans une phase nouvelle.

En cherchant dans le passé on peut trouver des signes du bouleversement actuel de nos idées, mais ceux-ci sont d'ailleurs sans lien avec le travail expérimental qui nous a permis de rati-

fier les hypothèses d'autrefois. Dans une courte note intitulée : « Quelques idées spéculatives sur la constitution de la matière » et publiée pour la première fois en 1863, Graham admettait que les diverses sortes de matière considérées de son temps comme des substances élémentaires, pouvaient procéder d'une seule et même « molécule atomique » existant dans différents états de mouvement. Cette idée, dans son essence, date du temps du grec Leucippe. « L'existence de l'atome, en tant que substance susceptible de prendre des formes variées par un nombre illimité de combinaisons, suffit à expliquer tous les phénomènes de l'Univers. Tout est formé par des unions et des séparations avec mouvement ». Graham cependant développait ses conceptions avec une parfaite indépendance de pensée. Expérimentateur auquel la science doit par ailleurs de belles découvertes, il s'appuyait sur l'expérience et s'il connaissait les spéculations de la philosophie grecque, il est toutefois peu probable qu'elles aient eu, sur ses idées, une influence bien marquée. Dans la note dont je viens de parler il emploie les termes *atome* et *molécule*, sinon dans le même sens que les écrivains modernes, du moins avec un sens très différent de celui que donnaient à ces mots les savants de son temps. Il suppose que l'ordre de grandeur de l'atome est bien inférieur à celui qu'indiquait Dalton et fonde, sur son hypothèse, une explication de la combinaison chimique basée sur une unité de combinaison : le *metron* dont le poids relatif est 1 dans le cas de l'hydrogène, 16 dans celui de l'oxygène, etc... Graham, comme Davy, se refusait à croire en l'indivisibilité de l'atome de Dalton. Ce qui serait vraiment l'atome originel doit être, affirmait-il, encore bien plus petit.

La conception d'unité de matière a persisté à travers les âges en dépit de bien des recherches expérimentales de la plus haute valeur qui tendaient à en montrer l'inexactitude. Elle a toujours survécu, vivifiée et raffermie par les analogies et les arguments tirés de l'étude des phénomènes naturels les plus divers. Cette conception est le fondement de l'hypothèse de Prout qui, même modifiée par Dumas, fut considérée comme réfutée par l'œuvre monumentale de Stas. Cependant, comme l'ont exposé Marignac et Dumas, ceux qui considèrent impartialement les faits sont forcés de se demander pour quelle raison les nombres exprimant les poids atomiques se rapprochent si fréquemment des nombres entiers réclamés par la loi de Prout, réfutée par Stas.

Durant ces dernières années, on a étudié de plus près les méthodes de détermination des poids atomiques. Aussi la rigueur exigée dans la mesure de constantes physiques si importantes a augmenté avec les perfectionnements de la technique expérimentale. Tout le travail accompli dans ce sens a eu pour résultat de convaincre le monde savant qu'il y a une loi naturelle à la base du fait que tous les poids atomiques pris à partir de l'oxygène comme étalon sont des nombres entiers. Cependant quelques exceptions semblaient nettement infirmer l'universalité de cette loi; mais, en prouvant que ces éléments d'exception pouvaient être un mélange d'isotopes (substances ayant les mêmes propriétés chimiques avec des poids atomiques différents) on a projeté sur cette question une vive lumière. On admet maintenant que les valeurs fractionnaires concordantes, trouvées pour certains éléments par différents chercheurs isolés les uns des autres, sont dues à l'existence d'isotopes intimement mélangés en proportions fixes. Ce résultat est en effet une conséquence nécessaire des théories modernes sur le mécanisme intérieur de l'atome. On peut d'ailleurs regarder comme une extension de l'hypothèse de Prout la théorie suivant laquelle les atomes de chaque élément sont composés d'atomes d'hélium et d'atomes d'hélium et d'hydrogène. Une distinction s'impose cependant car l'hypothèse de Prout reposait à peine sur quelques rares faits expérimentaux, tandis que la théorie moderne s'appuie exclusivement sur des expériences bien établies. L'hydrogène isotope H^3, découvert par J.-J. Thompson, et dont Aston a depuis confirmé l'existence, semble faire partie intégrale de la structure des atomes. Rutherford, lors de la désintégration de l'oxygène et de l'azote, a également isolé une substance de masse 3, qui entre dans la composition du noyau atomique. Il la regarde cependant comme un isotope de l'hélium qui serait lui-même formé par l'union de quatre atomes d'hydrogène liés par deux « cementing électrons » (électrons de liaison). Les noyaux atomiques des éléments à nombre atomique pair nous apparaissent donc comme formés uniquement de noyaux d'hélium ou de noyaux d'hélium et d'électrons de liaison; les éléments à nombre atomique impair seraient formés de noyaux d'hydrogène et d'hélium unis par des électrons de liaison. Dans le cas des éléments les plus légers de cette dernière catégorie, le nombre des noyaux d'hydrogène associés à des noyaux d'hélium est invariablement de trois, sauf dans le cas de l'Azote qui a seulement deux noyaux d'hydrogène. La présence fréquente dans les édifices atomiques de ce groupe de trois noyaux d'hydrogène semble indiquer qu'il s'agit là d'un isotope de l'hydrogène de poids atomique 3 ayant une seule charge nucléaire. On peut supposer qu'il est identique à l'hypothétique nebulium que les astro-physiciens considèrent avec l'hydrogène et l'hélium comme ayant contribué à la formation, dans les étoiles, de nos éléments terrestres.

Ces résultats présentent un intérêt considérable relativement à la question de l'unité de la matière et du mode de formation des éléments. Les membres de la « British Association » peuvent se rappeler le discours suggestif prononcé par Sir William Crookes à la réunion de la Section de Chimie tenue à Birmingham en 1886, discours dans lequel il se demandait si la masse des différents atomes d'un élément chimique avait toujours la même valeur, comme l'admettait Dalton. Il pensait, avec Marignac et Schutzenberger, qui, avant lui, avaient émis le même doute, qu'il n'était pas impossible que ce que nous appelons le poids atomique représente seulement une valeur moyenne autour de laquelle les poids atomiques varient entre des limites assez étroites. En d'autres termes, il supposait que la masse moyenne était seulement « une moyenne statistique d'une remarquable constance ». Aucune confirmation expérimentale ne permettait à cette époque de vérifier cette hypothèse. Maxwell montra que les phénomènes de diffusion gazeuse qu'il étudiait alors semblaient la contredire. Si l'hydrogène, par exemple, était composé d'atomes de poids différents on pourrait espérer séparer les plus légers des plus lourds par diffusion à travers un septum poreux. « Comme aucun chimiste, disait Maxwell, n'a pu encore obtenir par ce moyen des échantillons d'hydrogène différant les uns des autres, nous devons en conclure que toutes les molécules d'hydrogène ont sensiblement la même masse et que la masse moyenne n'est sûrement pas une « moyenne statistique d'une remarquable constance ». (1) Malgré cela, il se demandait si les chimistes avaient fait des expériences suffisamment précises pour éclaircir ce point particulier.

Le travail de Sir Norman Lockyer sur la démonstration spectroscopique de la dissociation des éléments aux températures très élevées et de la synthèse intra-stellaire des éléments — travail au cours duquel il découvrit l'hélium — doit être mis également à la place qu'il mérite dans

(1) Clerk. Maxwell. Art. « Atome » Ency. Brit. 9ème Ed.

l'histoire de la nouvelle philosophie de la nature.

Sir J.-J. Thompson fut le premier à montrer, grâce à sa méthode des rayons positifs, que la masse des atomes d'un même élément peut n'être pas nécessairement constante mais que l'écart entre les diverses masses est très faible. Par une extension de cette méthode, M. F.-W. Aston a pu prouver que de nombreux éléments sont bien en réalité des mélanges d'isotopes. Il a montré, par exemple, que le néon, dont le poids atomique moyen est d'environ 20,2, est constitué par deux isotopes dont les poids atomiques sont respectivement 20 et 22 et qui se trouvent dans la proportion de 90 % de l'un et 10 % de l'autre dans le néon naturel. Par la diffusion du néon à travers un septum poreux, il a obtenu, en effet, deux fractions présentant entre elles une différence de densité égale à 0,7 %. Ainsi l'expérience imaginée par Maxwell pour mettre en évidence la fixité de la masse de l'atome d'hydrogène avait suffi à montrer le contraire pour l'atome de néon.

Le chlore est un élément dont le poids atomique a été très souvent déterminé et, en raison même de la nature de ce gaz, avec toute la précision désirable. Par rapport à l'oxygène son poids atomique est 35,46 à la deuxième décimale près. Toutes les tentatives faites pour prouver que ce nombre était un entier (35 ou 36) ont échoué. Cependant lorsqu'on analyse le chlore par une méthode analogue à celle qu'a employée M. Aston pour le néon, on trouve qu'il est formé de deux isotopes de masse 35 et 37. Il n'existe donc pas de substance ayant pour poids atomique 35,46. Or, le poids atomique du chlore ayant été très souvent déterminé par différents expérimentateurs à l'aide de méthodes très diverses, il semble difficile d'admettre que les résultats très concordants obtenus s'expliquent par la présence dans ce métalloïde de deux isotopes en proportion constante et bien définie. M. Aston répond à cette objection en faisant observer que toutes ces déterminations précises ont été faites sur du chlore provenant d'une seule et même source, celle de la mer, dont les eaux ont été homogénéisées pendant des siècles. Si l'on peut extraire cet élément d'autres sources différentes, il sera possible d'obtenir d'autres valeurs de son poids atomique. C'est précisément là le cas du plomb pour lequel on a indiscutablement constaté la présence d'isotopes différents dans les échantillons de minerais radioactifs de provenances diverses.

L'Argon dont le poids atomique est 39,88 est formé d'un isotope de poids atomique égal à 40 mélangé dans la proportion de 3 % à un isotope de poids atomique 36. Le Krypton et le Xénon sont des mélanges encore plus complexes. Le premier paraît être formé de 6 isotopes 78, 80, 82, 83, 84, 86; le second de 5 : 129, 131, 132, 134, 136.

Le Fluor est un élément simple de poids atomique 19. Le Brôme est formé de deux isotopes en proportions égales : 79 et 81. L'Iode au contraire est un élément simple de poids atomique 127. Le Tellure présente un intérêt spécial en raison de ses relations avec l'iode dans la classification périodique; mais les résultats de son étude particulière ne sont pas encore définitivement établis.

Le Bore et le Silicium sont deux éléments complexes formés respectivement des isotopes 10 et 11, 28 et 29.

Le Soufre, le Phosphore et l'Arsenic semblent être des éléments simples et les valeurs trouvées pour leurs poids atomiques sont pratiquement des nombres entiers.

Tout ce travail est si récent qu'il est indispensable actuellement de le poursuivre par l'étude de nombreux éléments métalliques. En raison de la nature même des méthodes employées, ceci n'ira pas sans de très grosses difficultés. Dès maintenant, il est très probable que les isotopes du Mercure sont très nombreux. Ils ont été séparés en partie par Bronsted et Hervesy, par distillation sous de très basses pressions et présentent entre eux de légères différences de densité. Le Lithium est formé de deux isotopes 6 et 7. Le Sodium est simple; le Potassium et le Rubidium sont complexes, chacun d'eux semblant exister sous deux formes isotopiques. Le poids atomique du Cœsium, 132,81 paraît révéler l'existence d'au moins deux isotopes, mais le spectre de masse de ce métal ne présente qu'une seule ligne à 133.

Si ce fait se confirmait, le Cœsium permettrait d'éprouver la théorie par des expériences cruciales, car la valeur acceptée pour son poids atomique est suffisamment éloignée d'un nombre entier pour imposer de nouvelles recherches.

Ce résumé bien imparfait du travail de M. Aston est tiré de la communication récente qu'il a faite à la Chemical Society. Dans la conclusion de son remarquable travail, l'auteur a montré les relations avec la loi périodique des résultats nouveaux obtenus. Il est évident que les poids atomiques chimiques « moyens » de la table périodique n'ont aucune signification pratique; les cas singuliers de l'Argon et du Potassium sont simplement dus aux proportions relatives de leurs isotopes légers et lourds. Ceci d'ailleurs ne

supprime pas l'intérêt de la loi périodique mais le diminue seulement, car celle-ci reste encore une des plus grandes vérités de la philosophie naturelle. Sous la forme que lui a donnée Mendeleef, elle paraît depuis longtemps manifestement imparfaite. A la lumière des faits nouveaux, nous avons pu voir plus clair dans ses anomalies surtout grâce à la découverte de Moseley montrant que la seule classification logique était celle des nombres atomiques et non pas celle des poids atomiques. Ceci est un nouvel exemple du fait que la Science avance plutôt par des modifications successives aux idées reçues que par le bouleversement radical de ses principes fondamentaux.

Prout admettait que les atomes de chaque élément proviennent d'un atome fondamental ou *protyle* qu'il supposait être l'atome d'hydrogène. La théorie électronique de la matière repose sur la même hypothèse, modifiée toutefois, et l'on admet actuellement qu'il existe deux sortes d'atomes fondamentaux : atomes d'électricité positive et d'électricité négative appelés respectivement « protons » et électrons. Ce sont, pour employer une expression imagée de M. Aston, les deux types de briques que la Nature emploie dans la construction de tous ses édifices élémentaires.

La vraie valeur d'une théorie se mesure à sa clarté et à sa généralité. La théorie nouvelle du mécanisme intérieur de l'atome doit donc permettre, lors de son application à la chimie, d'expliquer parfaitement tous les phénomènes connus. Nous devons à sir J. J. Thompson d'en avoir utilisé les résultats pour expliquer la loi périodique, la notion de nombre atomique et le pouvoir différent de combinaison chimique des divers éléments ou « valence ». Je vais rappeler en quelques mots cette explication. Le nombre des électrons d'un élément est égal à son nombre atomique, c'est-à-dire au nombre qui marque le rang de l'élément considéré dans la série des corps simples placés par ordre de poids atomiques croissants. Nous connaissons déjà la nature de la matière dont sont faits les atomes et la quantité qu'ils en renferment. Mais les propriétés de l'atome ne dépendent pas de ces seuls facteurs; elles sont également fonction de la disposition particulière des électrons pour chaque atome. Un tel arrangement dépend des forces qui s'exercent entre les électrons eux-mêmes et aussi de celles qui s'exercent entre les électrons et les noyaux positifs. Une disposition qui s'impose d'elle-même à l'esprit est la suivante : les noyaux positifs sont au centre de l'atome et les électrons gravitent autour d'eux sur la surface d'une sphère. L'étude mathématique de la question montre que cela n'est pas impossible à condition que les électrons ne soient pas trop nombreux à la surface de la sphère. La répulsion mutuelle des électrons augmente en effet avec leur nombre et sir J. J. Thompson a montré que s'il y a plus d'un certain nombre d'électrons à la surface de la sphère, l'attraction d'une charge positive — égale dans le cas de l'atome à la somme des charges des électrons — ne suffit pas à assurer la stabilité de l'équilibre du système. Les électrons sont alors chassés vers l'extérieur et il se forme un nouveau groupement. Le nombre d'électrons qui peut ainsi constituer la couche externe dépend de la loi suivant laquelle s'exercent les forces entre charges positives et électrons. Sir J. J. Thompson a montré que ce nombre était égal à huit dans le cas d'une loi de force simple.

Pour montrer comment cette théorie permet d'expliquer la loi périodique, prenons le cas de l'atome de lithium qui a seulement un électron périphérique. Comme chaque élément possède un électron périphérique libre de plus que le précédent, le glucinium qui vient immédiatement après le lithium dans la classification doit avoir deux électrons sur sa couche externe, le bore 3, le carbone 4, l'azote 5, l'oxygène 6, le fluor 7 et le néon 8. Comme il ne peut y avoir plus de 8 électrons sur cette couche externe, l'électron de l'élément suivant, le sodium, ne peut pas en faire partie; il est expulsé plus à l'extérieur et ceci permet de croire que le sodium comme le lithium a seulement un seul électron sur sa couche externe. L'électron supplémentaire de l'atome suivant, le magnésium, doit rejoindre le précédent et l'atome de magnésium comme celui de glucinium devra avoir deux électrons périphériques. De même, l'aluminium comme le bore, en aura trois, le silicium, comme le carbone, quatre, le phosphore, comme l'azote cinq, le soufre, comme l'oxygène six, le chlore, comme le fluor, sept et l'argon, comme le néon, huit. Et la suite se continuera de la même manière. Ainsi le nombre d'électrons périphériques est périodiquement compris entre 1 et 8 pour chaque élément quand on passe de l'un à l'autre en procédant par ordre de poids atomiques croissants. Or, les propriétés particulières de chaque élément dépendant du nombre des électrons périphériques, deux éléments dont les nombres atomiques diffèrent de huit unités — deux éléments correspondants — doivent être doués de propriétés analogues. C'est précisément la constance remar-

quable de cette correspondance que mettent en évidence la loi périodique de Mendeleeff et la loi des octaves de Newland.

La valence des éléments, comme la loi périodique, est une conséquence du même principe de l'instabilité de l'équilibre interne de l'atome.

En effet une combinaison de deux atomes A et B est, d'après la théorie nouvelle, le résultat de l'attraction mutuelle des électrons de A et de B. Considérons un atome de néon qui a déjà huit électrons périphériques, il ne peut en acquérir un de plus, et aucun autre atome ne peut se combiner à lui; il est donc chimiquement inactif. Prenons maintenant un atome de fluor pourvu de sept électrons externes; il ne peut en recevoir qu'un de plus et un seul, de sorte qu'il ne peut s'unir qu'avec un seul atome d'un élément comme l'hydrogène qui a un seul électron périphérique. Le fluor est monovalent. L'atome d'oxygène a six électrons; il peut par suite attirer deux électrons supplémentaires et ainsi se combiner avec deux atomes d'hydrogène ; l'oxygène est donc divalent. De même l'azote, avec ses cinq électrons périphériques, sera trivalent et ainsi de suite. D'après cela, un élément peut avoir deux valences dont la somme est constamment égale à huit. Ainsi, prenons l'oxygène comme exemple; il a seulement place pour deux électrons périphériques supplémenaires d'un autre atome; mais ses six électrons propres peuvent aussi saturer les valences libres d'un autre atome; et comme il y a seulement une valence libre dans un atome de fluor, l'atome d'oxygène pourra saturer les valences libres de six atomes de ce corps. On n'a pas encore découvert un fluorure d'oxygène correspondant à la composition F^6O, mais un composé exactement du même type : le fluorure de soufre F^6S a été décrit par Moissan, il y a quelques années. L'existence de deux valences pour chaque élément est tout à fait en accord avec les idées émises, depuis quelque temps déjà, par Abegg et Bodlander. Le Professeur Lewis et M. Irving Langmuir ont très heureusement développé, et d'une façon particulièrement ingénieuse, les conséquences de cette hypothèse des huit électrons périphériques qui doivent entourer les atomes dans chaque composé chimique.

Le terme « poids atomique » a pris pour les chimistes une nouvelle signification plus profonde. Ces poids atomiques ne sont pas — et cela est admis depuis longtemps — une simple constante chimique usuelle; ils ont au contraire une importance et une signification beaucoup plus générales. Pour les usages ordinaires de l'analyse quantitative, de la technologie et de l'industrie, ils sont connus maintenant avec une précision très suffisante. Mais leur détermination exacte est d'un intérêt capital quand il s'agit d'élucider le grand problème de la constitution de la matière et de répondre à ce que j'ai appelé la grande question : « Quel est le mécanisme intérieur de l'atome? » Les chimistes et les physiciens doivent s'unir pour en faire l'étude en partant de points de vue entièrement nouveaux. L'existence des isotopes a considérablement élargi nos horizons. A première vue, il semble que l'on doive chercher à déterminer le poids atomique de chaque isotope et un tel travail peut, avec juste raison, effrayer les chimistes.

Toutes sortes de difficultés se dressent devant eux : telles l'impossibilité actuelle d'isoler les isotopes à l'état de pureté, leur instabilité possible et l'imperfection des méthodes quantitatives qui permettent d'évaluer avec précision des différences de masse atomique relativement faibles. Tout cela semble bien en effet compliquer à l'extrême cette question, par elle-même déjà si complexe. Cependant elle est susceptible de simplifications : si, avec l'aide des physiciens, nous pouvons un jour découvrir la nature et la configuration de chaque atome, déterminer le nombre et l'arrangement relatifs des noyaux positifs et des électrons qui le constituent, un simple calcul nous permettra alors d'obtenir le poids atomique. Il restera toutefois à vérifier que la loi mathématique ainsi découverte est valable pour chaque cas, ce qui est d'ailleurs peu probable, étant donné l'influence du « packing ». Ces petites différences de groupement peuvent en effet faire toute la différence. C'est là en somme un cas assez analogue à celui des lois des gaz; car, n'est-ce pas en cherchant à expliquer les divergences assez faibles que présentent entre elles des valeurs obtenues mathématiquement et des valeurs tirées d'expériences faites sur les gaz eux-mêmes qu'on a pu découvrir la constitution physique des masses gazeuses. En résumé, il pourra être très fructueux, pour les chimistes, de rechercher toutes les exceptions possibles à la loi des nombres entiers puisqu'il est évident que de cette recherche dépend la découverte de faits particulièrement intéressants.

Ces considérations ont déjà attiré l'attention des chimistes. Depuis quelques années, un Comité international, réuni pour la première fois en 1903, publie dans un rapport annuel les résultats des déterminations de poids atomiques faites l'année précédente. Il propose également

les corrections à faire aux tables de poids atomiques publiées dans les revues et les ouvrages techniques et employées dans les laboratoires. Vu l'importance sans cesse grandissante de la question, le moment est venu de réorganiser le travail de ce comité international et d'étendre ses fonctions. A la réunion de l'Union internationale de la Chimie pure et appliquée tenue à Bruxelles en juin dernier, on a discuté cette question et décidé d'augmenter dans une très large mesure les attributions du Comité international des Poids atomiques.

III. — Les Leçons de la Guerre.

La crise que nous venons de traverser a eu, dans tout l'univers, les plus profondes répercussions. Les puissances célestes elles-mêmes ont dû être épouvantées par le spectacle atroce de cette lutte à mort au cours de laquelle les peuples les plus civilisés et les plus cultivés du globe ont utilisé pour s'entretuer les moyens perfectionnés que la Science a mis à leur disposition. Cet effroyable carnage a pris fin, mais ses conséquences demeurent. La plupart d'entre elles sont néfastes et seront ressenties par plusieurs générations. Pourtant il s'est manifesté, au cours de cette immense catastrophe, des tendances nouvelles qui amèneront avec les années une amélioration de l'état social. L'aspect matériel, économique et spirituel du monde est modifié en mal à certains points de vue, en mieux à d'autres. Cest à nous qu'il appartient de faire bénéficier notre pays de toutes ces leçons de la guerre.

Un tel sujet est trop vaste et trop complexe pour que je tente de le traiter dans ce discours. Cependant je veux, dans le peu de temps qui me reste à vous entretenir, essayer de dégager les leçons qui doivent attirer plus particulièrement l'attention du monde savant.

La Grande Guerre diffère de tous les conflits internationaux antérieurs en ce qu'elle utilisa constamment les méthodes scientifiques. On peut même dire que, dans les derniers mois des hostilités, le succès dépendait de la rapidité avec laquelle on arrivait à adapter aux moyens de combat les découvertes de la Science. Les principaux adversaires étaient à la tête du progrès scientifique depuis des siècles et connaissaient, dans toutes les branches de la Science humaine, les applications scientifiques susceptibles de faire œuvre de mort. La caste militaire est pourtant dans chaque pays la plus conservatrice et la plus lente à rompre avec la tradition, mais quand les peuples sont aux prises et comprennent que leur existence est en jeu, tout moyen propre à accabler l'adversaire devient légitime — même s'il va contre les coutumes et les conventions établies. — Une telle tendance à l'emploi de n'importe quelle arme s'exagère encore à mesure que la lutte se prolonge. C'est ce que nous avons vu au cours de la dernière guerre. Ceux qui considéraient les guerres comme inévitables dans l'état actuel de la civilisation avaient tenté, par les Conventions de la Haye, d'en amoindrir les horreurs, sachant combien celles-ci seraient atroces par suite de la mise en pratique des découvertes de la Science et en particulier de la Chimie. L'Allemagne, en employant les gaz asphyxiants, a fait preuve d'un dédain cynique des engagements pris antérieurement en commun avec les autres nations et elle a profondément blessé la conscience des peuples civilisés. La puissance, qui avait traîtreusement violé la Belgique et s'en félicitait hautement, ne devait, c'était à prévoir, être arrêtée par aucun scrupule et ne pouvait tenir les engagements, consignés dans la Convention de la Haye à laquelle elle avait adhéré. L'attaque du 25 avril 1915 au début de laquelle un épais nuage de chlore, s'avança lentement des tranchées allemandes vers les lignes alliées reste l'épisode le plus atroce de la Grande Guerre. L'Univers resta muet d'horreur devant une telle manifestation de barbarie et la *kultur* allemande ne peut plus avoir maintenant aucune valeur morale. Les sauvages emploient les flèches empoisonnées et les peuples Orientaux se servaient autrefois des gaz délétères, mais l'usage en était inconnu chez les nations européennes.

On n'a jamais pu connaître quels ont été, chez les Allemands, les instigateurs de l'emploi des gaz ; et si c'est à l'action du Haut commandement ou, plus probablement, à l'insistance des directeurs des grandes usines de la région rhénane qu'est due l'inauguration de cette méthode de guerre. Nos ennemis n'employèrent certainement pas les gaz au commencement des hostilités ni même au début de la guerre de position. Cependant, on a la certitude que, bien avant 1914, les grandes fabriques allemandes de produits chimiques avaient été secrètement soumises à l'autorité militaire dans le but prétendu d'assurer la fabrication des explosifs et des médicaments. Nous devons supposer que la ténacité de nos troupes et l'échec de nombreuses tentatives faites pour les déloger de leurs positions ont incité l'ennemi à employer

les gaz. Quelle que soit l'hypothèse émise, il n'en reste pas moins que les Allemands en firent dans la suite un emploi constant et que durant les trois années qui suivirent, — avril 1915 à octobre 1918, — ils n'utilisèrent pas moins de 18 toxiques différents : gaz, liquides ou solides. Les représailles étaient inévitables et pendant près de trois années nous eûmes sous les yeux le plus affligeant des spectacles : les hommes les plus avancés de l'Univers s'inondant mutuellement des substances les plus toxiques que produisaient les efforts combinés de la Chimie et de l'Industrie. La Guerre semblait prendre définitivement une forme nouvelle. Les horreurs qu'avait prévues la Convention de la Haye et qu'elle avait tenté d'épargner à l'humanité apparaissaient tout à coup et, sur l'initiative de l'Allemagne, tendaient à faire partie des procédés réguliers de combat. La Civilisation proteste encore contre un tel retour en arrière que seule une entente entre les nations est capable d'enrayer. Si la Société des Nations a vraiment un pouvoir effectif, il lui appartient de trouver les moyens d'empêcher ces horreurs et de les réprimer énergiquement. La violation de la Convention de la Haye ne doit pas faire désespérer de l'avenir. Le sens moral du Monde civilisé n'est pas encore assez bas pour ne pas faire prévaloir son influence. Mais il convient d'agir avec promptitude, car déjà certains groupements militent en faveur de la régularisation de cette méthode de guerre si cruelle. Ce que l'on a appelé la « Guerre chimique » ne manque pas de défenseurs. Ceux-ci prétendent que les gaz asphyxiants sont la moins dangereuse et la moins cruelle des armes. On a même dit qu' « avec l'ypérite il n'y avait que 2 % de cas mortels et qu'en général lorsque l'intoxication n'avait pas provoqué, au début, une issue fatale on pouvait, en général, obtenir une guérison absolument complète... Les autres gaz employés jusqu'à l'armistice ne tuent pas toujours ; dans la plupart des cas, après six semaines d'hôpital, le malade est complètement guéri ». On a été également jusqu'à dire que, comme méthode de guerre, les gaz sont plus humains que la prophylaxie, car les succès de la prophylaxie auraient augmenté l'importance numérique des armées dans la proportion de 100.000 hommes à 1 million tout en les préservant des maladies épidémiques et contagieuses. « Cest grâce à la médecine préventive que les belligérants ont pu maintenir sous les armes 20 millions d'hommes et exposer ainsi cet énorme contingent aux dangers meurtriers de la bataille. Si les surprises de la guerre des gaz, en opposition avec les traditions militaires, ont excité les colères, elles ont pourtant été bien moins malfaisantes que la prophylaxie. L'une tua des milliers d'hommes, mais l'autre en fit mourir des millions et continue encore son action meurtrière ». Cet argument ne saurait entraîner la conviction. Les gaz asphyxiants ne rompent pas seulement avec la tradition militaire européenne, ils répugnent aux sentiments d'humanité des hommes civilisés. Ils ne remplacent en aucune façon les autres instruments de guerre, mais ils constituent une nouvelle arme d'une puissance illimitée. L'ypérite est peut-être un produit inoffensif comparativement aux autres gaz, mais les Allemands ne l'avaient certes pas considérée comme telle — pas plus d'ailleurs que les alliés lorsqu'ils furent contraints d'user de représailles. Ses effets furent suffisamment terribles pour abattre le *moral* de nos ennemis. La nouvelle que les alliés se préparaient à l'employer dans des proportions énormes fut un des facteurs qui obligea l'Allemagne à demander l'armistice. Mais si les poisons chimiques sont désormais considérés comme des moyens réguliers d'attaque, est-ce à dire que dans l'avenir on utilisera uniquement l'ypérite ou les quelques composés organiques, en usage chez les belligérants à la fin des hostilités ? Un chimiste interrogeant après la paix un Allemand sur les méthodes employées par les chimistes de son pays dans la préparation de l'ypérite prétend s'être attiré la réponse suivante : — « Pourquoi me posez-vous cette question, puisque vous savez que ce n'est pas cette substance que nous emploierons lors de la prochaine guerre ? » —

Je ne veux pas plaider en faveur de la science prophylactique qui est capable de se défendre elle-même. Je dirai seulement que le but même de la médecine préventive est précisément d'user de tous les moyens connus pour conserver la santé des individus ou des collectivités confiés à ses soins. C'est un honneur pour elle d'avoir pu ainsi, par des prodiges de science, d'habileté et de dévouement, maintenir au front des millions d'hommes au lieu de quelques milliers. D'un autre côté, le public éclairé et intelligent se refusera toujours à approuver un groupe de savants uniquement préoccupés de développer et de perpétuer un mode d'agression qui révolte les sentiments les plus nobles de l'Humanité.

Notre Association saura, je l'espère, empêcher la Science de se dégrader en accentuant

les horreurs de la guerre. Elle n'a pas de devoir plus impérieux que d'exercer son influence pour arrêter cette course vers la négation de toute civilisation.

Sir T. Edward THORPE (1),
Membre de la Société royale de Londres
Président de la « *British Association* ».

LE TRANSSAHARIEN

Au retour de son voyage dans l'Afrique du Nord, le roi Albert a résumé ses impressions, en disant qu'avec de pareilles colonies la France pouvait se suffire à elle-même, et n'avait besoin de personne.

La parole autorisée du Souverain de l'Etat indépendant du Congo est venu ainsi apporter un précieux témoignage en faveur de ceux, de plus en plus nombreux, qui, en France, voient le salut de la Métropole dans la mise en valeur intensive de ses domaines d'Outre-Mer.

Sans méconnaître la richesse et l'importance, ni de nos possessions asiatiques, ni de celles que baignent le Pacifique et l'Océan Indien, on ne saurait contester cependant qu'elles ne viennent en seconde ligne, au point de vue de la plus grande France, le premier rang appartenant à notre vaste empire dans le continent noir.

*
* *

En effet, celui-ci constitue, au-delà de la Méditerranée, le prolongement direct de la Mère-Patrie, avec laquelle il forme, si l'on peut ainsi dire, un véritable bloc compact. Car les 700 kilomètres de mer qui séparent Marseille d'Alger, ne sauraient être considérés comme une solution de continuité. Et cela d'autant moins que l'Afrique Mineure, vestibule du Soudan, ménage les transitions, notamment par les départements algériens, entre les régions du Nord et les zônes tropicales.

C'est donc sur le développement agricole, industriel et minier de l'ensemble des territoires franco-africains, qu'il importe de concentrer les plus sérieux efforts. Et ainsi s'impose avant tout la transformation du bloc géographique en un bloc économique.

Pareille évolution reste subordonnée au raccordement des réseaux ferrés, déjà existants en Afrique Française et aujourd'hui indépendants les uns des autres, par l'établissement d'une grande artère Nord-Sud, épine dorsale du système des chemins de fer à développer entre la Méditerranée et le Congo.

*
* *

En construisant cette artère, c'est-à-dire le Transsaharien à deux branches vers le Niger et le Tchad, avec prolongement jusqu'à la frontière du Congo-Belge, la France ne fera, en définitive, que suivre l'exemple de la Russie.

Cette dernière se trouvait, il est vrai, dans une situation plus favorable encore que la nôtre, puisque seules la chaîne de l'Oural et la mer Caspienne la séparaient des pays asiatiques, jouant vis-à-vis d'elle le rôle de colonies. Elle les a reliés à ses territoires européens, par le Transcaspien d'abord, par le Transsibérien et l'Orenbourg Tachkend ensuite. Le rail s'avance ainsi à travers le continent asiatique, rattachant Petrograd et Moscou au Pacifique, d'une part, à l'Afghanistan et aux contreforts du Pamir, d'autre part.

*
* *

Quels ont été, sous le rapport économique, les résultats de cette politique à grande envergure, en matière de chemins de fer coloniaux?

Le Transcaspien, puis la ligne d'Orenbourg à Tachkend, ont permis d'introduire dans le Ferghana la culture du coton, qui a pris rapidement un essor prodigieux. A tel point, que le trafic de ce seul produit en était arrivé, avant la révolution de 1917, à couvrir les frais d'exploitation, et même les intérêts de la dépense de premier établissement des deux voies ferrées, convergeant à Samarcande, sur un parcours total de plus de 4.000 kilomètres.

Quant au Transsibérien, dont le développement dépasse 8.000 kilomètres, il a ouvert des débouchés insoupçonnés aux plaines de l'Obi, de l'Irtysch et du Jenisseï, entre les monts Oural et le lac Baïkal. Les exploitations agricoles y ont acquis une extension très considérable; leurs exportations à l'étranger alimentaient, jusqu'au début de la guerre, les recettes du chemin de fer dans des proportions fort intéressantes. D'un

(1) Traduit par P. Gérald, préparateur au Collège de France.

autre côté, le voisinage du rail rendait possible, au moyen d'embranchements partant des artères principales, la mise en œuvre de nombreuses mines de toute sorte.

Bref, les magistrales, comme les intitulent les ingénieurs russes, sont les animateurs des richesses latentes que récèlent les pays traversés, jusqu'aux limites extrêmes de leurs zones d'attraction.

*
* *

De la politique ferroviaire asiatique, pratiquée avec tant de succès par la Russie, se dégagent des directives très nettes, dont la France aurait tort de ne pas s'inspirer pour sa politique ferroviaire africaine. Des deux côtés, en effet, les données essentielles du problème sont les mêmes.

La vallée du moyen Niger offre de vastes espaces, susceptibles de se prêter à la culture intensive du coton, du riz, des céréales. Semblable situation éxiste également dans les territoires du Tchad. Toutes ces régions ont fait l'objet d'études approfondies; deux spécialistes de l'hydraulique agricole ont déjà étudié des avant-projets pour les irrigations dans les terrains, avoisinant le bief du Niger en aval de Bamako.

Mais aucune des entreprises envisagées ne se réalisera, tant que l'écoulement des produits n'aura pas été assuré par des voies de communication rapides et à bon marché

Que le Transsaharien soit construit, et la transformation, qui s'est opérée en Russie d'Asie, se produira aussitôt en Afrique Française. Grâce aux tarifs réduits, dont l'application sur le Transcaspien et l'Orenbourg-Tachkend a permis le transport du coton depuis le Ferghana jusqu'à Moscou, les matières premières du Soudan pourront arriver aux ports méditerranéens à des prix rémunérateurs.

Dès lors, la mise en valeur des terrains au Niger et au Tchad prendra une extension énorme; les exploitations agricoles et les industries annexes seront créées sur une large échelle ; les travaux de mine ne se verront plus frapper de stérilité par le manque de débouchés. Et les capitaux, en présence des conditions favorables offertes à leur initiative, n'hésiteront pas à s'engager dans les affaires soudanaises, de façon à leur donner l'envergure nécessaire au succès.

*
* *

Ce ne sont pas là des illusions, mais bien des prévisions positives, dont la réalisation dépend exclusivement de l'effort français. Les faits signalés tendent à le prouver d'une manière péremptoire.

Au demeurant, les résultats obtenus par les lignes russo-asiatiques ne constituent pas un exemple unique. On en trouve la réplique sur d'autres continents.

Sans parler de l'Amérique du Nord, ni de l'Australie, il est intéressant de relever le cas de l'Union Sud-Africaine. L'artère principale qui la traverse de bas en haut, jusqu'à la frontière du Congo Belge, et qui forme la section australe du fameux Cap au Caire, a vivifié toutes les régions, dont plusieurs désertiques, qu'elle touche sur son parcours. Et l'application de tarifs très faibles a permis l'exportation vers le port du Cap, sur des distances de 1.500 kilomètres et davantage, de nombreuses marchandises, qui, auparavant, étaient pour ainsi dire bloquées à l'intérieur, dans les environs presque immédiats des centres de production ou de fabrication.

*
* *

En Afrique Française même, plusieurs indices font nettement pressentir ce qui adviendra, lorsque le Transsaharien sera devenu une réalité. Ainsi, l'ouverture du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis a fait sortir de terre les cultures d'arachides, qui se sont multipliées dans la zone d'attraction de la ligne. A telles enseignes, qu'un Gouverneur des Colonies a pu dire, que la pose d'un kilomètre de rail entraînait chaque fois la mise en valeur de plusieurs centaines d'hectares de terrain.

D'autre part, la voie ferrée de Biskra à Tougourt a donné lieu à une constatation fort significative. Elle dessert un chapelet d'oasis, dont le palmier, producteur de dattes, constitue la principale richesse. Lorsque, il y a trente ans, les promoteurs des lignes de pénétration saharienne par l'Algérie établirent leurs évaluations de trafics, ils tablèrent pour les expéditions de dattes sur un tonnage d'une certaine importance. On les accabla de sarcasmes, en faisant ironiquement observer qu'un train par mois serait encore de trop pour les quelques caisses et couffins à diriger sur Biskra. Or, dès le début de l'exploitation, les transports de dattes ont accusé des chiffres relativement élevés, pour monter bientôt à des milliers de tonnes par an, avec une marche constamment ascendante.

Une fois de plus, les sceptiques et les critiques superficiels se sont vu infliger un démenti formel par les faits, cependant que l'action du

rail, créant ou développant les éléments du trafic sur son passage, a reçu une nouvelle et éclatante confirmation.

*
* *

Aucun doute ne peut donc subsister sur le rôle essentiel que le Transsaharien est appelé à jouer dans l'organisation économique de la plus grande France. Aussi bien, faut-il résolument en attaquer l'exécution.

Et qu'on ne vienne pas objecter qu'il s'agit d'une entreprise hérissée de difficultés techniques, nécessitant des délais d'achèvement démesurés, entraînant des dépenses impossibles à évaluer et hors de proportion avec le but à atteindre.

La grande expérience, déjà acquise en matière de chemins de fer désertiques, permet de démontrer le mal fondé de toutes ces critiques. Les constructeurs du Transsaharien ne se trouveront devant aucune inconnue; ils n'auront qu'à appliquer les méthodes et les procédés, déjà mis en œuvre par ailleurs, en les perfectionnant et en les adaptant aux conditions locales.

*
* *

Au point de vue des travaux proprement dits, le tracé de la magistrale entre l'Afrique Mineure et le Soudan se présente comme étant des plus faciles et des moins tourmentés. Alignements droits de grande longueur, courbes à grands rayons, déclivités peu accentuées, tous les facteurs favorables se trouvent réunis, grâce à la moyenne très faible des terrassements et à l'étendue restreinte des mouvements des terres. Ni ouvrages d'art, ni tunnels.

Quant à la défense contre les sables mouvants, soulevés par le vent, le général Annenkoff a résolu le problème dès 1890 dans la traversée du Kara-Koum et du Kysil Koum, — des déserts noirs, — entre Krasnowodsk et Tchardjoui. Les Ingénieurs Anglais ont trouvé des solutions pratiques pour les lignes libyennes et soudanaises, notamment dans la boucle du Nil entre Ouadi Halfa et Abou Hammed, et sur l'embranchement de Berber à Port-Soudan. Enfin, le lieutenant colonel Godefroy a adopté des mesures efficaces dans l'Oued Rhir, entre Biskra et Tougourt.

Bref, la question des sables ne saurait plus devenir une source de préoccupations graves.

*
* *

L'obstacle des dunes, longtemps réputé infranchissable, est en réalité inexistant. Dans les deux Ergs, qui bordent le Sud algérien, s'ouvrent de nombreux couloirs entièrement libres de sables. A l'Ouest, la vallée de la Saoura, bien que partiellement obstruée en plusieurs endroits, permet de descendre d'Igli jusqu'à In Salah. A l'Est, la large trouée de l'Igharghar, par laquelle passe le tracé du Transsaharien, offre un terrain absolument plat, depuis Ouargla jusqu'aux environs d'Amguid.

Plus au Sud, les quelques îlots de dunes que l'on rencontre ne forment pas barrage; le tracé les contourne aisément. D'ailleurs, s'il s'agit de monticules de sable de faible hauteur, la ligne rouge du profil en long n'a qu'à en suivre les arêtes, pour que toute complication soit évitée. Telle est la solution adoptée dans l'avant-projet de la section Tougourt-Ouargla.

*
* *

Les ressources en eau, sur le parcours de la magistrale jusqu'au Niger et au Tchad, ont fait l'objet d'un rapport détaillé du colonel Nieger. Ce rapport détruit définitivement la légende d'un Sahara complètement aride, tout en proclamant la nécessité absolue d'augmenter dans de très fortes proportions le nombre des puits existants.

A cet effet, il faudra avoir recours aux forages artésiens, qui ont donné des résultats si décisifs dans l'Extrême-Sud Algérien. Sur d'autres lignes désertiques, le même procédé a également été appliqué avec succès, notamment sur le transcontinental australien entre Kalgoorlie et Port-Victoria, ainsi qu'aux Etats-Unis sur l'Atchinson-Topeka-Santa-Fé dans la traversée du territoire de la soif, en Arizona et en Nouvelle-Mexique.

*
* *

A tout prendre, l'exécution du Transsaharien ne comporte aucune inconnue; elle ne sera aux prises qu'avec des difficultés et des problèmes, dont les solutions, — à adapter, bien entendu, à ses conditions locales, — sont fournies par les nombreuses lignes désertiques précédemment construites. Il en est de même, en ce qui concerne l'exploitation de la magistrale projetée.

*
* *

Les services de l'entretien de la voie, du mouvement des trains et des gares, fonctionnent régulièrement, d'après des programmes consacrés par l'expérience, sur l'ensemble des chemins de

fer, franchissant des déserts plus ou moins étendus. Il n'y aura donc, pour le Transsaharien, qu'à s'inspirer, parmi les exemples qui abondent, de ceux d'entre eux qui lui sont le plus directement comparables.

L'organisation des gares, y compris le roulement du personnel, est admirablement conçue sur l'Atchinson-Topeka-Santa-Fé, où elle mérite une mention spéciale.

Quant aux lignes anglo-soudanaises entre le Nil, la Mer Rouge à l'Est et le Dar Four à l'Ouest, elles se signalent par les dispositions particulièrement heureuses du matériel roulant.

***

L'unique mode de traction, resté en faveur jusqu'ici, est la locomotive à vapeur. Celle-ci assure partout la circulation d'une manière satisfaisante, bien que la mise en œuvre des eaux magnésiennes, la protection et la lubrification des organes mobiles, fassent naître de sérieux inconvénients, sources de dépenses considérables

On a envisagé l'emploi de la traction électrique, ainsi que des moteurs Diesel et à explosion. Mais tous ces systèmes en sont encore à la période d'essai; aucun d'eux n'est complètement au point; pas une seule expérience de mise en marche n'a été tentée sur un chemin de fer désertique.

Il semble dès lors prudent de ne pas se lancer dans l'inconnu sur le Transsaharien, et de s'en tenir pour celui-ci, jusqu'à nouvel ordre, à la locomotive à vapeur. Et ce, malgré les sujétions incontestables qui grèveront ainsi le service de la traction, mais dont, au moins, on est en mesure d'évaluer la charge financière avec quelque précision.

***

Le fait que le Transsaharien comporte un tracé facile, tant en plan qu'en profil, avec des travaux d'infrastructure de très faible importance, entraîne une double conséquence d'intérêt capital : premièrement, la possibilité d'une exécution rapide; secondement, la réduction au minimum des aléas dans l'estimation de la dépense de premier établissement.

En effet, l'aménagement de la plateforme ne pouvant provoquer ni arrêt ni retard dans la pose de la voie, l'allure de celle-ci constitue, en somme, le seul facteur dont dépend la vitesse de construction de la ligne. Il résulte de cet état de choses que tout se résume, en dernière analyse, dans l'organisation des transports de l'arrière à l'avancement.

Cette question a été traitée d'une façon remarquable sur plusieurs lignes, parmi lesquelles il convient de citer le Sfax-Gafsa dans le Sud Tunisien, la section de Ouadi Halfa à Khartoum dans la vallée du Nil, les Transcontinentaux Canadiens, et surtout la magistrale de l'Afrique du Sud, où, dans la traversée de la Rhodésia, l'entreprise Pauli a réussi à progresser de 5 kilomètres en 24 heures.

Evidemment, sur les chemins de fer en Afrique Française, on est resté loin de pareils résultats. C'est que, le plus souvent, l'Etat lui-même avait assumé la charge de la construction, et ne pouvait avancer que selon les crédits disponibles. Là où l'initiative privée a été appelée à intervenir, comme en Tunisie, elle n'a pas laissé que d'accélérer le mouvement.

En appliquant les méthodes anglaises et américaines, le Transsaharien pourra être construit jusqu'au Niger en 4 ans, jusqu'au Tchad en 5 ans, et prolongé ensuite en 2 ou 3 ans jusqu'à la frontière du Congo Belge.

***

En matière de chemin de fer, la partie de l'estimation de la dépense de premier établissement qui offre le plus d'aléas, est celle relative à l'infrastructure, avec les ouvrages d'art et les tunnels. La superstructure, c'est-à-dire la voie, les bâtiments et les installations des gares, enfin le matériel fixe et roulant, sont susceptibles d'une évaluation très approximative, sinon précise.

Or, sur le Transsaharien, les 7/8 de la dépense totale sont afférents à la superstructure, et le 1/8 qu'absorbe l'infrastructure porte exclusivement sur des terrassements sans tranchées profondes ni hauts remblais, avec seulement quelques consolidations contre l'envahissement de la plateforme par les sables. Même ce dernier chapitre de dépenses est à l'abri des gros dépassements, qu'entraînent le plus souvent les grands ouvrages d'art et les tunnels.

On voit donc qu'il sera possible d'établir, pour le coût de la construction, des prévisions méritant réellement confiance. Surtout, s'il est encore procédé à une mise au point des projets déjà existants, grâce à l'envoi d'une mission technique, qui, avec le concours d'un service d'automobiles et d'avions, terminera aisément ses vérifications en une seule campagne d'hiver.

*
* *

De l'exposé sommaire qui précède, se dégage une conclusion formelle.

Le Transsaharien, en créant le bloc économique franco-africain, fera de l'expression : « la plus grande France » une réalité vivante. Les études d'avant-projet du chemin de fer sont entièrement prêtes; comme il vient d'être dit, il suffira d'une seule campagne pour les mettre définitivement au point, et pouvoir en aborder l'exécution sans autre délai.

Au bout de 4 ans, le rail atteindra le Niger; 5 ans le mèneront au Tchad, 7 ou 8 ans à la frontière du Congo Belge.

Aucune surprise n'est à craindre; toutes les difficultés à vaincre sont connues et résolues à l'avance, en raison de l'expérience acquise sur les lignes désertiques déjà en exploitation.

La dépense à engager peut être évaluée avec une très grande approximation ; l'entreprise n'est pas exposée à des dépassements importants, puisque les travaux d'infrastructure, les seuls qui comportent de gros aléas, ne présentent qu'un développement fort restreint.

Ainsi se trouve nettement défini, — dans les limites des prévisions humaines, — l'ordre de grandeur, sinon le maximum précis, de l'effort financier à consentir.

*
* *

En regard, se placent les résultats et les avantages à escompter avec certitude.

Essor agricole, industriel et minier de toute l'Afrique Française; établissement de larges courants d'échanges, alimentant la métropole en matières premières, et le Soudan en matériaux de construction, ainsi qu'en objets manufacturés : voilà pour la situation économique d'ensemble de l'empire franco-africain.

Et pour la magistrale Nord-Sud en particulier : trafic animé de voyageurs; transport d'énormes quantités de marchandises, des centaines de mille, jusqu'à un million de tonnes et davantage en chaque sens. D'où de fortes recettes parfaitement assurées, compensant non seulement les frais d'exploitation, mais encore l'intérêt et l'amortissement de tout le capital de premier établissement.

Aussi bien, quel que soit le point de vue auquel on se place, les objections et les critiques sont-elles réduites à néant par un examen approfondi, à la lumière de l'expérience et des faits. Il n'y a donc plus un jour à perdre, pour mettre en route l'entreprise du Transsaharien (1).

A. Fock.

REVUE INDUSTRIELLE

L'UTILISATION SCIENTIFIQUE DES PRODUITS DE TRANSFORMATION DU CHARBON

La guerre a eu comme résultat indirect pour beaucoup de Français d'attirer leur attention sur un certain nombre de questions économiques dont l'importance fondamentale leur restait voilée. La crise du charbon, aujourd'hui conjurée, du moins pour les besoins immédiats, leur a mieux appris la valeur de ce combustible que cinquante années de pratique, et il n'est plus question aujourd'hui que d'économie des combustibles. Ce qu'on peut aussi appeler la crise du carburant, si elle nous a moins touchés dans notre vie domestique, nous a du moins signalé combien le développement du machinisme moderne rend cette question des combustibles liquides prépondérante dans un pays comme le nôtre. Ces deux questions, nous allons le montrer, sont en réalité connexes. Nous sommes pauvres en charbon et nous le resterons : l'incorporation des mines de la Sarre à notre territoire houiller n'a fait que compenser le supplément de consommation des usines métallurgiques de la Lorraine récupérées. C'est là ce qui nous pousse à économiser notre charbon et à l'utiliser aussi rationnellement que possible. D'autre part, nous n'avons pas chez nous de carburant : les 14/15e de notre consommation sont importés. Pour la fabrication de l'alcool, dont la production est faible vis-à-vis des besoins, on doit consommer beaucoup de charbon ; le pétrole existe en quantité insignifiante sur notre territoire et jusqu'à présent

(1) Le Gouvernement paraît disposé à se rallier à cette manière de voir.

En effet, dans le discours prononcé à l'issue du banquet qui lui était offert à Biskra, le 23 avril dernier, au cours de son voyage de Casablanca à Tunis, M. le Président de la République a fait la déclaration suivante :

« Je formule l'espoir que le Transsaharien viendra bientôt « joindre l'Algérie au Soudan et consacrer l'unité de l'Afrique Française. » (Journal *Le Temps*, numéro du 25 avril 1922, 2me page, 3e colonne).

les prospections n'ont pas été couronnées de succès. Il semble alors que nous devions rechercher nos ressources nationales dans la distillation de tout ce qui peut être distillé : schistes bitumineux, tourbes, lignites, houilles, qui peuvent servir à la production d'une gamme très étendue de composés combustibles liquides et gazeux.

Ainsi, ces questions de combustibles solides et de carburants liquides se tiennent d'une façon fort etroite a notre point de vue national. Elles ont un point de départ peu encourageant qui peut se résumer ainsi : « Nous avons à notre disposition une quantité insuffisante de houille : il faut néanmoins en tirer presque toutes les calories qui nous sont nécessaires pour les chauffages de toutes sortes et l'alimentation de tous nos moteurs. » Il est bien évident que, posé d une façon aussi absolue, le problème est insoluble ; mais nous voudrions montrer aujourd'hui qu'un effort approprié est susceptible d'en donner une solution approchée.

Dans une conférence, publiée depuis l'an dernier, M. King, Directeur du Laboratoire municipal de la Ville de Paris, expose une fiction qui montre spirituellement notre point de départ. Il admet qu'un explorateur raconte que, dans un pays sauvage qu'il vient de visiter, les indigènes cultivent à grande peine des blés magnifiques et les brûlent pour la préparation de leurs aliments et l'entretien de leurs industries rudimentaires.

Nous ne commettons pas, nous autres civilisés, cette erreur monstrueuse. Mais, ignorants de toutes les propriétés de la houille comme ces sauvages ignorent celles du blé, nous gaspillons des trésors en brûlant n'importe quelle houille, n'importe comment et n'importe où. Nous sommes des sauvages, à notre manière.

Cette façon de voir les choses amène nécessairement à rechercher d'une manière scientifique quels sont les constituants des houilles : c'est le travail des chimistes.

Recherches sur la constitution des houilles

Les savants se sont heurtés à de graves difficultés. On a bien vu, de bonne heure, que ce qui constituait en quelque sorte le support de la houille c'était le carbone. Mais il est accompagné, par suite des transformations lentes du bois dont la houille provient, d'une variété importante de substances organiques plus ou moins stables, plus ou moins volatiles. Aussi les constituants de la houille sont-ils très difficiles à reconnaître d'une façon précise.

Les chimistes ont alors utilisé leurs méthodes habituelles d'analyse immédiate. Ils ont cherché, pour éviter autant que possible les décompositions des produits obtenus, à traiter la houille à froid.

On doit citer les essais de M. A. Pictet et d'autres chimistes qui ont épuisé des houilles pulvérisées dans des solvants volatils pour en retirer les huiles qui préexistent. C'est ainsi, par exemple, qu'on a reconnu que la quinoléine peut dissoudre jusqu'à 75 % en poids de certaines houilles. Malheureusement ces essais, ou bien n'ont pas été poursuivis faute de moyens matériels, ou bien le sont très lentement, un peu partout, par des organismes indépendants, sans liaisons entre eux. Cependant les premiers résultats obtenus suffisent pour montrer que la houille contient de très nombreuses huiles liquides susceptibles d'être isolées au moyen d'un traitement à froid.

La méthode de dissolution fractionnée ne donnant encore que des résultats fragmentaires, les chimistes font usage du procédé classique de la distillation fractionnée. Mais comme ils savent que les produits vont se décomposer facilement ils tentent, au laboratoire, de rendre possible la distillation sous pression réduite, à basse température. Ces opérations à pression basse ont conduit à des résultats tout à fait analogues à ceux obtenus avec les solvants ; elles fortifient cette conclusion que, pour tirer de la houille des carburants en grande quantité, il faut distiller cette houille dans des conditions de basse pression et de basse température, afin que ces produits ne puissent pas subir de notables altérations.

Mais, dira-t-on, ces procédés, applicables dans le laboratoire et destinés à nous renseigner sur la constitution des houilles, ne présentent aucun intérêt industriel. Il paraît, en effet, difficile de traiter des tonnes de houille soit dans le vide, soit dans des dissolvants.

La distillation de la houille à haute température

Que donne, au point de vue où nous nous sommes placés, la véritable pratique industrielle? Il faut aller le chercher dans les procédés de carbonisation de la houille à haute température, mis en œuvre dans les cokeries ou dans les usines à gaz. Sans entrer ici dans de longs détails sur ces industries, il convient de rappeler que la houille y est distillée en vase clos dans de grandes chambres contenant une dizaine de tonnes de charbon, chauffées vers 1.000° pendant environ une journée ; c'est là un procédé de distillation

plutôt brutal. On tire ainsi, d'une tonne de houille : 700 kilogrammes de coke ; 325 mètres cubes de gaz à 4.000 Cal, non entièrement disponibles (environ 50 %); 40 litres de goudrons et benzols ; 11 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque.

La nature des goudrons, benzols, gaz, et la qualité du coke ainsi obtenus dépendent de la façon dont la carbonisation a été conduite : le gaz produit dans les usines à gaz n'a pas la même composition que celui fabriqué dans les cokeries. Cette différence tient à ce que, dans le premier cas, le produit marchand est le gaz lui-même; dans le second cas, au contraire, le produit marchand est le coke: le gaz devient alors un sous-produit au même titre que les goudrons.

Indépendamment de toute recherche expérimentale relative à la marche et à la conduite d'une distillation à haute température, nous pouvons affirmer que, dans ces conditions, de nombreuses réactions doivent se produire, ayant pour effet de diminuer la teneur en produits volatils au profit de celle des produits gazeux.

D'autre part, nous nous rendons compte que la distillation de la houille dans les cokeries ou les usines à gaz doit fournir des quantités importantes de carburants (benzols, huiles lourdes). On s'explique alors la conception de certains économistes qui, préoccupés du problème que nous avons évoqué, demandent qu'on distille toute la houille dont nous disposons et pour laquelle des procédés de traitement sont déjà appliqués. Mais bien que leurs sous-produits soient systématiquement utilisés, le remède est encore insuffisant pour atténuer la crise des carburants : tout le gaz disponible serait refoulé dans les villes où on généraliserait le chauffage au gaz sous toutes ses formes si pratiques; le coke serait utilisé soit directement, soit dans des gazogènes fournissant le gaz pauvre à de puissantes centrales électriques. Avec ce régime on ne brûlerait plus que du coke et du gaz. Cela ferait l'affaire des métallurgistes qui trouveraient tout le coke dont ils ont besoin, mais cette conception se heurte à de nombreuses objections. D'abord tous les charbons ne se prêtent pas à la cokéfaction, ensuite le coke est un combustible peu commode à utiliser ; en raison de sa pauvreté en matières volatiles, il est difficile à enflammer et à maintenir incandescent ; il laisse enfin beaucoup de cendres. Pour ces diverses raisons, on peut penser que tout en souhaitant un développement logique des usines de distillation de la houille dans notre pays, il ne faudrait pas aller trop loin et voir dans cette solution celle du problème des carburants.

L'étude de la carbonisation à haute température a mis cependant en évidence un certain nombre de résultats intéressants : le benzol et le goudron se dégagent de la houille à une température relativement basse (400 à 500°) ; tandis que vers 600° la cokéfaction est virtuellement terminée, on se trouve, au delà de 800°, dans une période de surchauffe. Celle-ci n'est pas sans importance, au point de vue de la dépense supplémentaire de combustible, mais elle améliore la dureté du coke, ce qui est une qualité au point de vue métallurgique.

Enfin il est reconnu que le gaz qui se dégage au début de la distillation, c'est-à-dire à température relativement basse, a un pouvoir calorifique beaucoup plus élevé que le gaz qui apparaît en fin de distillation.

L'étude industrielle, comme l'étude expérimentale, permettent de formuler cette conclusion que la solution du problème des sous-produits carburants doit être recherchée du côté de la carbonisation de la houille à basse température.

Examinons, avec quelques détails, les difficultés et les possibilités que présente la solution de ce problème industriel.

Distillation à basse température

On peut se demander, en raison des déductions que nous venons de faire, pourquoi la distillation à basse température ne s'est pas généralisée et pourquoi on a continué à chauffer le charbon à 1.000° environ pour en tirer les sous-produits ? En fait, la question préoccupe les ingénieurs depuis fort longtemps. Des efforts et des sommes considérables ont été dépensés pour la mise en pratique industrielle des résultats obtenus au laboratoire. C'est là un exemple de ces nombreux cas où la mise au point fait apparaître une série de difficultés pratiques, qui ne peuvent être surmontées que par la collaboration du chimiste et de l'ingénieur.

Ces difficultés étaient de plusieurs sortes.

D'abord le charbon est mauvais conducteur de la chaleur.

Si on veut chauffer à une température uniforme de 550° centigrades et carboniser la houille contenue dans une cornue du modèle industriel, on rencontre de grandes difficultés. Dans les procédés à haute température, ces difficultés n'existent pas parce qu'il est simplement nécessaire de chauffer la masse à une température maximum et pour cela de prolonger la chauffe un temps suffisant, ce qui est sans danger pour

le coke et augmente plutôt sa dureté. Dans les procédés à basse température, avec les cornues ordinaires portées à une température moins élevée, il se formerait du coke à l'extérieur de la masse, mais à l'intérieur, il resterait du charbon non transformé ou à moitié cru.

D'autre part, lorsque le charbon est carbonisé à 550° C, il n'est pas seulement visqueux ou collant, mais encore il gonfle et adhère très fortement aux parois du creuset ordinaire. Il n'en est pas ainsi dans les procédés à haute température (1.000° C) car alors les gaz résiduels, en s'échappant, fournissent avec retrait un coke qu'on peut faire sortir du creuset sans peine. Cette difficulté est la plus sérieuse qu'on ait rencontrée dans la mise au point industrielle. Il en est une autre que voici : quand le coke de basse température, que les Anglais nomment *coalite,* est retiré à 550° C à l'air libre il contient encore 9 à 10 % de matières volatiles et il s'enflamme très rapidement. Si on l'arrose, il tombe en poussière. Le coke ne présente pas cet inconvénient : il peut être retiré chaud et arrosé sans que sa forme solide subisse une transformation.

Toutes ces difficultés techniques, qui sont la cause du retard dans la mise en application des températures basses, pour la distillation du charbon, sont aujourd'hui à peu près surmontées, en Angleterre, dans une usine importante d'essais.

Les creusets y sont en briques réfractaires. Chaque creuset contient, au centre, deux plaques verticales, en fonte au manganèse, perforées de nombreux trous, maintenues écartées mais pouvant être rapprochées quand cela est nécessaire. On charge le charbon à l'état de poussier entre les parois et les plaques, sous faible épaisseur. On chauffe au gaz à une température réglée à l'aide de pyromètres. Les produits gazeux dégagés pendant la distillation sortent immédiatement de la masse à travers les plaques perforées.

Ainsi les produits volatils à la température de l'opération s'échappent librement de chaque partie du combustible ; en particulier ceux qui viennent de la base ne doivent pas, ainsi que cela se passe dans un creuset ordinaire, traverser la masse incandescente et s'y décomposer partiellement. De plus, l'épaisseur étant faible (7 cm. 5 environ) la carbonisation peut être uniforme. On maintient au sommet une légère dépression de façon que les gaz ne puissent pas filtrer à travers les parois et venir brûler à l'extérieur, contribuant ainsi à élever la température de distillation.

Enfin, quand la carbonisation est complète (8 heures), on fait tomber le bloc de coalite formé en écartant les plaques. La matière est recueillie à l'abri de l'air dans des refroidisseurs en acier à circulation d'eau où leur chaleur latente est utilisée à la production de vapeur d'eau. Au bout de 8 heures le coalite est refroidi. C'est un produit solide et dur, presque sans poussier.

Naturellement les gaz sont utilisés pour le chauffage des cornues et on absorbe la chaleur produite par les gaz brûlés dans des récupérateurs ordinaires. Auparavant, les gaz sont traités pour leurs sous-produits exactement comme dans une usine à coke ordinaire.

Il apparaît donc que les impossibilités techniques qui, depuis si longtemps, ont fait échec à la distillation à basse température n'existent plus.

On peut résumer dans le tableau suivant les résultats de la comparaison des deux méthodes.

RENDEMENT D'UNE TONNE DE CHARBON MOYEN
(25 à 30 % de matières volatiles).

	Carbonisation à basse température.	Carbonisation à haute température	
		Usines à gaz.	Fours à coke.
Température de carbonisation .	550° c.	1.000° env.	1.000° env.
Gaz	170 à 180 m³	340 m³	320 m³
Pouvoir calorifique	5.500 cal.	4.000 cal.	4.000 cal.
Liquide.....	91 litres	45 litres	36 litres
Sulfate d'ammoniaque.....	6 kg. 8	11 kg. 4	12 kg. 7
Coke	700 kgs	675 kgs	700-725 kgs

Diverses remarques peuvent être faites relativement à ces divers produits de la carbonisation à basse température.

Gaz. — Le gaz obtenu est beaucoup plus riche que celui qui est recueilli dans la carbonisation usuelle.

C'est un fait qu'on pouvait prévoir parce que les gaz du début de la distillation, dans la carbonisation à haute température, sont particulièrement riches en ce qui concerne le pouvoir calorifique. Nous savons aussi que ces gaz ne contiennent pas de carbures comme la naphtaline qui ne se dégagent qu'à haute température dans la distillation habituelle. Enfin comme le chauffage est moins prolongé que dans les procédés actuels, on peut compter, après chauffage des cornues, qu'il reste 68 % du gaz disponible au lieu de 50 % dans les usines à gaz.

Goudron. — Le goudron est très différent du goudron ordinaire. Il a un poids spécifique de

1,06 à 15° au lieu de 1,18 env. dans le cas du goudron d'usine à gaz. Son contenu en carbone libre est de 1 % au lieu de 6 %. Il ne contient pas de naphtaline et renferme moins de brai que le goudron ordinaire. Sa distillation se fait suivant les proportions que voici :

Jusqu'à 170°	il passe....	4,5	0/0
— 210°	—	15,3	—
— 240°	—	14,2	—
— 300°	—	23,0	—
Brai.....		43,0	—

De ce brai on peut extraire, à la vapeur, 9 % d'un épais lubrifiant, de sorte que le résidu final ne contient plus que 34 % de brai.

Toute la fraction extraite jusqu'à 300° a été employée avec succès pour alimenter un moteur. On pourrait cependant fractionner ce distillat et en tirer 9 litres d'essence et de 22 à 31 litres d'huile pour moteur Diesel ou semi-Diesel. Si nous consultons le tableau précédent, nous voyons que la quantité de carburant disponible passe du simple au double. C'est là un fait fondamental sur lequel il convient d'appeler l'attention.

Sulfate d'ammoniaque. — Les produits ammoniacaux passant en majeure partie au delà de 600°, il n'y a pas lieu de s'étonner d'en retrouver une plus faible quantité.

Coke. — La quantité de coke est comparable à celle obtenue par les autres procédés. Mais, à vrai dire, le coalite n'est pas du coke. Il se présente sous la forme d'une matière très propre et non poussiéreuse. Comme toutes les matières volatiles n'ont pu en être extraites, il en reste de 9 à 10 % soit 1/3 des matières volatiles initiales. C'est donc un véritable combustible, très différent du coke ; il s'allume facilement et brûle sans fumée avec un éclat rouge. S'il a été fabriqué à l'aide de fines bien lavées il peut ne contenir que très peu de cendres. Toutes ces propriétés en font un excellent combustible pour les foyers domestiques. Mais rien ne s'opposerait à ce qu'il soit employé dans les foyers industriels comme un bon charbon.

Enfin on signale que le coalite peut être pulvérisé absolument comme le charbon et donner une poudre qui contient moins de matières volatiles et risque moins d'exploser.

Ainsi la distillation à basse température présente les nombreux avantages qu'une étude scientifique encore sommaire avait fait prévoir. Ces procédés vont permettre d'utiliser des résidus de houillères qui actuellement sont sans valeur et qu'on pourrait vendre. Les poussières, les fines surtout, si l'on prend la précaution de les séparer avec soin des stériles par le lavage, peuvent être traitées par ce procédé. De même les qualités de charbon dont la cokéification n'est pas facile peuvent servir à préparer du coalite avec récupération de sous-produits; il en est de même des lignites. Il semble donc logique, si nous voulons nous affranchir de l'étranger au point de vue des combustibles liquides, si nous voulons un gaz riche et un volume double de carburants liquides, de prétendre que c'est à la carbonisation à basse température applicable à la plupart des charbons, que nous devons nous adresser.

Signalons enfin les recherches de MM. Charpy et Godchot qui, préoccupés surtout de la fabrication du coke, ont combiné systématiquement les divers procédés en effectuant ce qu'on peut appeler la cuisson en deux temps. On chauffe le charbon à 500°, c'est la distillation à basse température; puis on élève la température à 900°, c'est la distillation à température élevée; on a obtenu ainsi, dans des essais de laboratoire, de bons cokes métallurgiques. Si la collecte des sous-produits est organisée dans chacun des deux stades, on peut espérer un nouvel accroissement du rendement en huiles.

Nous terminerons cette étude sommaire en remarquant que, sans doute, jamais on ne tirera, de tout le charbon dont nous disposons en France, toute l'énergie calorifique dont nous avons un impérieux besoin. Mais cette rapide revue des possibilités dans la mise en valeur des combustibles de toutes sortes que renferme notre sol national aura montré que le dernier mot n'est pas dit. Si, comme nous le pensons, les procédés de distillation à basse température sont au point, ils peuvent nous fournir rapidement une importante fraction des combustibles liquides dont nous manquons. En évaluant seulement à 50 litres par tonne de houille distillée la quantité d'huiles à moteur récupérable, chaque million de tonnes de charbon distillé donnera 500.000 hectolitres de carburant. Formons donc le vœu que l'industrie de la distillation à basse température prenne pied dans notre pays. Cela ne saurait nous empêcher de rechercher, sur notre territoire, les autres sources possibles de carburants.

R. GIRARD,
Agrégé de l'Université.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

A propos des principes fondamentaux de la Nomographie. — Dans la séance du 1er Mai 1922, M. M. d'Ocagne a présenté à l'Académie des Sciences une Note qu'il vient de publier sur les principes de la Nomographie. Cette Note traite de la comparaison des nomogrammes à lignes concourantes, et, notamment des abaques hexagonaux, avec les nomogrammes à points alignés ; et du même coup elle rectifie certaines confusions récentes. Aussi croyons-nous utile d'en résumer ici les points principaux.

Nous rappellerons d'abord le principe des abaques à lignes concourantes. Pour représenter graphiquement l'équation (1) $f_{123}=0$, regardons-la comme l'équation d'une surface S de l'espace (z_1,z_2,z_3). Supposons qu'on ait tracé sur S deux réseaux de coordonnées curvilignes, $x=C^{te}$, $y=C^{te}$; on aura ainsi trois relations $\varphi_1(x,y,z_1)=0$, $\varphi_2(x,y,z_2)=0$, $\varphi_3(x,y,z_3)=0$ (l'équation $f_{123}=0$ résultant alors de l'élimination de x et y entre les relations précédentes). Traçons maintenant sur un plan (x,y) les lignes (z_i) d'équations $\varphi_i(x,y,z_i)=0$ (où z_i a reçu une valeur constante) : si l'on constate que les trois lignes $(z_1),(z_2),(z_3)$ concourent en un point (x,y), on pourra affirmer que z_1,z_2,z_3 vérifient l'équation $f_{123}=0$.

La représentation d'un réseau de lignes (z_i) sera particulièrement simple lorsque ses éléments seront des droites, et, plus particulièrement encore, lorsque ces droites seront parallèles (ou concourantes). C'est ce qui arrive pour les équations $f_1+f_2+f_3=0$, qu'on peut remplacer par $x=f_1$, $y=f_2$, $x+y+f_3=0$. Dans ce cas, il est même inutile de figurer les réseaux de parallèles : il suffit de tracer trois échelles cotées, perpendiculaires aux trois réseaux de parallèles ; et les trois traits concourants d'un index sur transparent mobile, qu'on pourra disposer perpendiculairement aux échelles, figureront à chaque instant les trois droites concourantes (z_1), (z_2), (z_3). Tel est le principe d'où découlent les abaques hexagonaux pour une disposition particulière des axes (§ II).

Moyennant l'adjonction de variables supplémentaires, la méthode des lignes concourantes peut s'étendre à certaines classes d'équations à plus de trois variables. Ainsi l'équation $f_{12}=f_{34}$ peut être *dissociée* en les deux suivantes : $f_{12}(z_1,z_2)=\zeta$, $f_{34}(z_3,z_4)=\zeta$. On représentera donc l'équation $f_{12}=f_{34}$ par un couple d'abaques *distincts* (qu'on figurera ou non sur la même feuille) ; et l'on conçoit qu'on ait pu ainsi représenter des classes d'équations de plus en plus étendues par des chaînes de nomogrammes de plus en plus longues : *mais chacun d'eux ne mettra jamais en jeu que trois variables* (§ III).

Ainsi, la méthode des lignes concourantes ne peut avoir prise sur le cas de $n>3$ dimensions que par l'intermédiaire de variables auxiliaires : procédé long, lourd, pénible pour la vue et imprécis. Mais il y a plus : comme le fait remarquer M. d'Ocagne, pour $n\geqslant 3$, il existe des cas où la réduction aux abaques à lignes concourantes n'est possible que moyennant *la répétition d'une même variable* en plusieurs systèmes cotés. Si cette variable est l'inconnue du problème, elle ne pourra être obtenue que par une suite de tâtonnements ; et, si la même circonstance se répète pour toutes les autres variables, l'abaque correspondant deviendra *totalement inutilisable*. Ainsi, pour représenter l'équation

$$f_1(g_2-g_3)+f_2(g_3-g_1)+f_3(g_1-g_2)=0$$

par un abaque hexagonal, on posera :

$$\zeta_1=g_2-g_3,\quad \zeta_2=g_3-g_1,\quad \zeta_3=g_1-g_2,$$
$$\zeta_1=f_1\zeta_1',\quad \zeta_2=f_2\zeta_2',\quad \zeta_3=f_3\zeta_3',$$
$$\zeta_1+\zeta_2+\zeta_3=0.$$

A chaque variable correspondra une *triple* représentation cotée, en sorte qu'il devient impossible de tirer de l'abaque la valeur de l'une quelconque des variables (§ IV).

Tout autre est la méthode des points alignés, obtenue par M. d'Ocagne à l'aide du principe de dualité. Sans pouvoir la décrire ici avec tous les développements qu'elle comporte, montrons-en l'application sur un exemple, d'ailleurs important au point de vue pratique. Pour représenter l'équation

$$f_1g_{34}+f_2h_{34}+f_{34}=0,$$

M. d'Ocagne figure sur un plan deux parallèles graduées, l'une en z_1, l'autre en z_2, et deux réseaux de courbes (z_3) et (z_4) ; géométriquement, l'équation se traduit par l'alignement des trois points (z_1), (z_2) et (z_3,z_4). On a ainsi, d'emblée, et de la façon la plus simple, un nomogramme à *quatre dimensions*. Par une application à un problème d'aviation, l'Auteur montre que ces nomogrammes sont d'une construction simple, d'une consultation aisée, d'une lecture commode, et, même, qu'ils permettent le cas échéant de traiter certains problèmes de minimum non résolubles avec la méthode hexagonale.

Observons encore que, même dans les cas élémentaires où l'emploi d'abaques hexagonaux ne nécessite aucune variable supplémentaire, la méthode des points alignés peut être utilisée tout aussi avantageusement ; et ajoutons enfin que cette dernière méthode est applicable (sans l'aide de variables auxiliaires) à des classes étendues d'équations à 5 et 6 variables (§ V).

Aussi, ne doit-on pas s'étonner que dans tous les domaines des mathématiques appliquées, c'est la méthode des points alignés qui a rallié l'universalité des suffrages. L'expérience de la guerre a d'ailleurs prononcé sans réplique ; il fallait des résultats rapides, simples, précis : dans tous les bureaux de calcul les nomogrammes à points alignés ont été presque exclusivement employés ; et dans aucun cas, on ne s'est servi d'abaque hexagonal. Il n'est donc pas exagéré de dire, avec un savant spécialiste belge, que la méthode des points alignés « constitue aujourd'hui la Nomographie proprement dite ».

René GARNIER.

(1) Les notations $f_i,f_{ij},f_{ijk},\ldots$ sont des symboles abrégés de $f(z_i)$, $f(z_i,z_j)$, $f(z_i,z_j,z_k)$ ...

Physique

La stabilité des atomes. — Dans un article récent, Sir E. Rutherford (*Proceedings Physical Society*, 15 Août 1921), expose quelques résultats expérimentaux se rattachant à la structure de l'atome.

L'hypothèse que l'atome, même soumis aux actions physiques et chimiques les plus énergiques, est immuable a été rejetée au commencement du XXe siècle

quand la désintégration spontanée de quelques-uns des éléments les plus lourds a été définitivement établie.

Autour de la charge positive du noyau atomique sont distribués des électrons négatifs en nombre suffisant pour neutraliser l'atome. Un ou plusieurs d'entre eux peuvent en être détachés sans lui occasionner de changement durable. Pour produire un changement permanent de l'atome est-il nécessaire de désintégrer le noyau. Ce dernier est très petit (son rayon d'environ 6×10^{-12} cm), mais ses parties constitutives sont liées entre elles par des forces si puissantes que sa structure est difficilement attaquable. Les particules alpha sont des sources très puissantes d'énergie et, dans le cas des éléments les plus lourds, une sur 10.000 d'entre elles heurte le noyau. Le cas des éléments légers est cependant plus favorable, car les forces répulsives sont tellement faibles que l'on peut espérer qu'une particule alpha entrera dans le noyau sans grande perte d'énergie.

Quand l'hydrogène ou un composé hydrogéné est bombardé par un faisceau de particules alpha il arrive quelquefois qu'un atome d'hydrogène est chassé avec une telle vitesse qu'il produit des scintillations en frappant un écran au sulfure de zinc. Le parcours maximum de tels atomes d'hydrogène est, dans certaines conditions, de 29 cm. Quand l'azote ou l'air sec sont ainsi bombardés, des atomes d'hydrogène apparaissent rapidement mais avèc un parcours de 40 cm. Cette différence de parcours prouve qu'il est impossible d'attribuer ces atomes d'hydrogène à la présence de traces de ce gaz ou de ses composés dans l'air ou l'azote utilisés. On en obtient encore quand le bore, le fluor, le sodium, l'aluminium et le phosphore sont bombardés par des particules alpha. La trajectoire des atomes provenant de l'aluminium est de 80 cm.

Il est intéressant de noter que seuls les éléments dont la masse atomique est donnée par la formule générale $4\,n+2$ ou $4\,n+3$ (n étant un nombre entier), sont susceptibles d'émettre de tels atomes ; les éléments comme le carbone, l'oxygène et le soufre, dont la masse atomique est représentée par la formule $4\,n$, n'en émettent pas.

Dans les expériences précédentes, sur un million de particules alpha, une seule brise le noyau. A. Bc.

Chimie physique

L'action chimique de l'effluve électrique et la loi de Faraday. — Les actions quantitatives du passage du courant électrique dans les électrolytes sont régies par la loi de Faraday. Dans le cas où l'électricité traverse des gaz, la conduction se faisant par des ions gazeux assez comparables aux ions électrolytiques, on peut se proposer d'étudier ce qui se passe aux électrodes.

Dans le cas des décharges électriques sous forme d'arc ou d'étincelles, les actions calorifiques jouent un rôle capable de masquer les effets électriques. Aussi M. de Hemptinne, qui s'est proposé d'étudier ces phénomènes et leur a consacré une série de mémoires importants (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, années 1919 à 1921), a-t-il limité ses recherches aux effets de l'effluve électrique.

1. Un premier groupe d'expériences est relatif aux transformations permanentes que subissent certains diélectriques liquides, sous l'influence d'effluves produits par le courant alternatif. Ainsi l'effluve électrique fixe l'hydrogène sur l'acide oléique et le transforme en acide stéarique et en composés de poids moléculaires plus élevés ; les huiles végétales et animales subissent une transformation analogue en relation avec leurs teneurs en corps non saturés ; il en résulte une diminution de ce qu'on appelle en analyse chimique l'indice d'iode des corps non saturés, qui permet de doser la quantité d'hydrogène fixée.

a. Les mesures faites sur des appareils reliés en série, montrent que la quantité d'hydrogène fixée, est la même dans le même temps, à condition toutefois qu'il n'y ait pas une trop grande disproportion entre les dimensions des appareils et qu'on opère sur des effluves d'intensité capable de rendre les gaz suffisamment luminescents.

b. Les quantités transformées par unité de temps sont sensiblement proportionnelles à l'intensité du courant pour des densités de courant qui ne sont pas trop différentes. C'est l'équivalent de la loi Faraday en électrolyse.

c. Les quantités transformées par unité d'énergie décroissent lorsque la pression croît.

Un coulomb libère 0.116 cm^3 d'hydrogène électrolytique, ce qui correspond à $1.39.10^{19}$ ions ; d'autre part, l'effluve agissant sur de l'hydrogène, en présence d'huile de baleine, un coulomb fixe 8 cm^3 d'hydrogène, soit 48.10^{19} molécules ou 48.10^{19} ions du même signe, en admettant chaque molécule décomposée en un ion et un électron.

A première vue ce résultat semble étrange ; on ne comprend pas pourquoi l'effet chimique observé est environ cinquante fois supérieur à celui qu'on calculerait en tenant compte du nombre de coulombs utilisés. Il nè faut cependant pas perdre de vue que, dans le cas de l'action de l'effluve sur un liquide, l'action des ions ne se limite pas strictement à la surface, parce qu'un certain nombre de molécules pénètrent au sein de la masse gazeuse et y rencontrent des ions.

2. Les liquides organiques présentent cependant certains inconvénients. D'abord ils sont susceptibles de se décomposer partiellement. De plus, l'action ne se limite pas strictement aux électrodes : les liquides, en effet, sont toujours plus ou moins volatils et projetés partiellement en fines gouttelettes dans la masse gazeuse. Aussi M. de Hemptinne s'est-il adressé à certains oxydes métalliques tels que les oxydes de plomb (PbO^2), et PbO, l'oxyde de cuivre (CuO) qui sont réduits par l'effluve en présence d'hydrogène.

Dans les mesures définitives l'effluve jaillissait entre deux électrodes planes parallèles, horizontales : l'électrode supérieure était une plaque de cuivre mince, l'électrode inférieure une plaque en aluminium recouverte d'une couche mince d'oxyde en poudre. Un galvanomètre Deprez-D'Arsonval, disposé en série, indiquait le nombre de coulombs utilisés et, par suite, le poids d'hydrogène qui eut été libéré dans une cuve à électrolyse. L'effluve était produit par une machine statique.

Les oxydes métalliques étudiés semblent pouvoir se classer en trois catégories : 1° ceux qui ne se laissent pas réduire ; 2° ceux qui se laissent réduire comme le peroxyde de plomb PbO^2 ; 3° ceux dont la réduction s'effectue moins vite.

La vitesse du phénomène de réduction est sensiblement la même pour un grand nombre d'oxydes : PbO^2, MnO^2, HgO ; elle est réduite de moitié pour PbO et CuO. Les phénomènes de réduction sont comparables dans l'azote et l'oxyde de carbone.

Les mesures du volume d'hydrogène fixé conduisent à un résultat curieux. Quand le plateau recouvert de peroxyde de plomb PbO^2 est négatif (les ions hydrogène qui agissent sont alors les ions positifs), le volume d'hydrogène disparu est compris entre 2,3 et 2,6 fois le volume d'hydrogène qu'eût dégagé dans une cuve à électrolyse la quantité d'électricité qui a traversé, pendant l'expérience, l'appareil à effluves. Quand le plateau recouvert de PbO^2 est positif (les ions hydrogène qui agissent sont des ions négatifs) le volume d'hydrogène disparu est voisin de 1,5 fois le volume d'hydrogène qu'eût dégagé dans une cuve à électrolyse la quantité d'électricité qui a traversé l'appareil à effluves. A. BOUTARIC.

Géographie

Les anciennes Iles allemandes du Pacifique. — Une partie du groupe des Iles Salomon appartenait à l'Allemagne. Ce sont les îles de Bougainville, (350 milles carrés, 15.000 habitants) et celles de Buka (30 milles carrés, 2.000 habitants). La grande île Bougainville est constituée par une ligne de volcans dont l'un s'élève à 3.100 m. et un autre est en activité. Les indigènes cultivent le bananier, le cocotier, la patate. Il y a de nombreux pêcheurs.

Les îles Carolines comprennent cinq cents îlots de corail, l'un d'eux possède plus de 7.000 habitants.

Les îles Marianne ont 2.600 habitants.

Les îles Pelero, 3.100 habitants.

Les îles Marshall (24 îles) comptent environ 15.000 habitants. Dans tous ces groupes d'îles c'est seulement par centaines que se comptent les européens. Il existe peu de plantations dans ces territoires (plantations de palmiers). Par contre, il faut noter une exportation notable de phosphates.

Les îles Samoa comprennent neuf îles presque toutes volcaniques et coralliennes. Les plus importantes sont Savaï (dimensions 48 sur 25 milles, surface 660 carrés) et Upolu. Deux îles montagneuses fertiles et très arrosées.

M. Dorsenne, dans l'*Economiste français* (27-11-20) qui passe en revue ces possessions allemandes avant la guerre, rappelle que ces îles ont plus de 37.000 habitants, que les importations s'élèvent à 301.173 £ et les exportations à 320.444 £. (année fiscale terminée le 31 mars 1917).

Samoa a été occupée par les Anglais dès le début de la guerre ; les îles du Nord du Pacifique furent conquises par les Japonais qui les ont cédées aux forces australiennes. L. R.

Biologie

Les sécrétions internes chez les Amphibiens. — Jusque vers 1910, l'étude des sécrétions internes, dont on reconnaît de plus en plus l'immense intérêt, se faisait presque exclusivement sur des Vertébrés supérieurs. Depuis, on a eu l'idée de s'adresser à des Amphibiens, où il fut possible d'employer une technique expérimentale et des méthodes nouvelles ; les résultats furent à tel point remarquables qu'Uhlenhuth, qui a publié dans cette voie beaucoup de travaux, croit que ce sont précisément les Amphibiens qui fourniront la solution de maints problèmes encore obscurs d'endocrinologie (*American Naturalist*, vol. LV, n° 638, 1921).

Les lecteurs de la *Revue scientifique* ont été tenus par nous au courant des diverses recherches sur ce sujet, à commencer par celles de Gudernatsch, les premières et qui font époque. Elles ont révélé en effet ce fait capital que des têtards nourris avec de la thyroïde ou bien placés dans de l'eau additionnée d'une petite quantité d'extrait de thyroïde subissent une accélération extraordinaire de développement : très rapidement les pattes antérieures apparaissent, la queue s'atrophie, les globes oculaires font saillie, l'intestin se raccourcit, la bouche larvaire est remplacée par la bouche de grenouille, et le squelette s'ossifie. Tout cela, sans qu'il y ait croissance concomittante, de sorte qu'on obtient des Grenouilles minuscules, des Grenouilles-mouches. Une accélération analogue s'observe chez des Salamandres. L'effet de l'hormone de la thyroïde est *quantitatif*, autrement dit la métamorphose s'accélère d'autant plus que l'émulsion est plus concentrée. Uhlenhuth, dans le mémoire que nous analysons ici, cite à cet égard les expériences suivantes. Quand on place les larves d'*Amblystoma maculatum* dans de l'eau à laquelle on a ajouté 0,1 gramme d'iodothyrine pour un litre d'eau, elles se métamorphosent 13 jours après; quand la proportion est de 0,01 gramme d'iodothyrine pour un litre d'eau, la métamorphose n'a lieu que 39 jours après. L'accélération, par rapport au temps normal de métamorphose, est de 67 % dans le premier cas, de 28 % dans le dernier cas. Cette accélération, chez les différentes espèces d'Amblystoma est à peu près la même pour une même dose d'iodothyrine. Ainsi, avec 0,1 gramme pour 1.000 cc. d'eau, la métamorphose se produit en 7 jours chez les larves d'*A. opacum*, en 13 jours chez *A. maculatum* et en 13 jours encore chez *A. tigrinum*.

Ce fait qu'à l'aide de la thyroïde on peut exalter le développement en inhibant en même temps la croissance est des plus curieux, car normalement les deux processus se poursuivent parallèlement. D'ailleurs, la thyroïde n'arrête pas toujours la croissance : c'est une question de dose. Au-dessous d'une certaine quantité de substance thyroïdienne, la croissance est accélérée aussi bien que la différenciation; à mesure que la dose augmente, la croissance est de plus en plus inhibée, alors que le développement s'accélère toujours plus ; enfin, au-dessus d'une certaine dose, il peut y avoir même décroissance de taille et de poids, pendant que le développement, exalté à l'extrême, tout d'un coup s'arrête. Kendall, en 1918, a montré que, chez l'homme, l'hormone thyroïdienne augmente le métabolisme de façon strictement quantitative. Pour Uhlenhuth, chez les Amphibiens, il pourrait en être de même. Si l'on administre aux têtards trop de thyroïde, le métabolisme s'accroît outre mesure, l'équilibre est rompu, le catabolisme prend le pas sur l'anabolisme, et l'animal, incapable désormais de réparer ses pertes, s'amaigrit toujours plus. La preuve en est dans le fait qu'il est possible d'administrer aux têtards de fortes doses de thyroïde sans arrêter pour cela leur développement, mais à la condition, comme l'a montré Lenhart (1915), de les maintenir soit à basse température, ce qui a pour effet de diminuer leur métabolisme, soit au régime des hydrates de carbone aisément assimilables.

Il paraîtrait donc que la métamorphose chez les têtards est le résultat d'un métabolisme accru, ou plutôt d'un métabolisme accru de telle façon que le catabolisme devient plus élevé que l'anabolisme. On s'est demandé si d'autres substances que l'hormone thyroïdienne agissent dans le même sens. Toutes les expériences faites pour répondre à cette question sur des têtards *normaux* sont sujettes à critique, car, comme le fait observer Uhlenhuth, on ne peut pas dire dans

ces conditions si la substance employée agit directement sur le métabolisme ou si elle agit sur la glande thyroïde du têtard en activant son fonctionnement. Il y a une expérience récente très curieuse d'un auteur polonais Kaufman (1918), qui a administré de l'acide salicylique à un Axolotl (larve *d'Amblystoma tigrinum*), déjà âgé d'ailleurs, après quoi la métamorphose est survenue rapidement. Pour savoir si l'acide salicylique agit directement sur le métabolisme, ou s'il agit par l'intermédiaire de la thyroïde, il faudrait opérer sur des larves *thyroïdectomisées*. C'est ainsi seulement que l'on pourrait répondre à cette question essentielle : l'action de l'iodothyrine est elle spécifique ? est-elle simplement quantitative ? ou qualitative ? Pour Uhlenhuth, avons-nous dit, l'hormone thyroïdienne agit en exaltant le catabolisme; en effet, la métamorphose, à ses débuts, est surtout un processus de destruction, d'atrophie, de dégénérescence : atrophie des branchies et de leur appareil vasculaire, destruction du squelette viscéral cartilagineux, atrophie de la bouche larvaire, réduction de l'intestin, atrophie de la queue... Ce n'est qu'après, et avec des résidus d'organes détruits, que s'élaborent les organes de l'adulte.

Les expériences de thyroïdectomie, celles en particulier d'Allen (1918) et de E. R. et M. M. Hoskins (1919) dont nous avons rendu compte ici en son temps, ont été des plus instructives. Privées de leur thyroïde, les têtards restent d'une façon permanente à l'état larvaire. D'autre part, quand sur un têtard très jeune on greffe une thyroïde enlevée à un têtard en train de se métamorphoser, on détermine la métamorphose rapide du premier, et ce jusqu'au stade du têtard qui a fourni la thyroïde (Swingle, 1920). Uhlenhuth, lui, a étudié l'action de l'hormone thyroïdienne sur la métamorphose de l'œil chez la Salamandre. Il a reconnu d'abord que, sans hormone, point de métarmophose ; d'autre part l'action régulatrice de l'hormone est tout à fait frappante. Quand on greffe les yeux d'une larve âgée de Salamandre sur une larve jeune, on peut retarder de 7 mois leur métamorphose car elle ne se fait qu'au moment même où se fait celle de la larve porte-greffe. Au contraire, quand on greffe les yeux d'une larve jeune sur une larve âgée, on accélère leur métamorphose, car, tout comme dans le cas précédent, la métamorphose des yeux greffés est réglée par l'état fonctionnel de la thyroïde de l'hôte.

Mais, dira-t-on, la substance thyroïdienne ne crée pas de caractères nouveaux, elle ne fait qu'accélérer le développement des caractères héréditaires. Toutefois, quand on compare des Vertébrés supérieurs avec leurs ancêtres aquatiques à fentes branchiales et à branchies externes ou internes on ne peut s'empêcher de penser que l'apparition de l'appareil thyroïdien a été pour quelque chose dans leur évolution. Uhlenhuth cite l'exemple de la Salamandre cavernicole, *Typhlomolge rathbuni ;* elle garde de façon permanente ses branchies externes et autres caractères larvaires ; or, cette Salamandre est complètement privée de glande thyroïde. Elle est caractérisée en outre par l'absence d'yeux et de pigment. On admettait toujours que c'est parce qu'elle vit dans les ténèbres, et l'explication est plausible. Mais il est possible aussi que ce soit là le résultat de quelque trouble dans la sécrétion des hormones; en effet, quand on enlève l'hypophyse à des têtards, ils blanchissent et leurs yeux s'atrophient.

On savait déjà que quand on nourrit les têtards avec de la thyroïde d'un Mammifère quelconque, la métamorphose est d'autant plus rapide que la thyroïde est plus riche en iode. Récemment, Swingle (1919) a montré qu'à la place de la thyroïde, ou de l'extrait thyroïdien, on peut se servir de l'iode ordinaire du commerce; l'effet est strictement quantitatif. L'iodure de potassium et l'iodoforme agissent dans le même sens que l'iode, par contre un corps aussi voisin que le brome n'a pas d'effet sur la métamorphose, ni sur la croissance des têtards.

Si des têtards d'Anoures on passe aux Salamandres, les phénomènes se compliquent. Uhlenhuth a essayé en vain d'accélérer la métamorphose de jeunes larves de Salamandre à l'aide de l'iode. D'autre part, le développement des pattes chez les larves paraît être indépendant de la glande thyroïde. Enlève-t-on celle-ci, les pattes se développent de façon normale; administre-t-on aux jeunes larves de l'iodothyrine, elles se métamorphosent rapidement, mais les pattes ne poussent pas plus vite que d'habitude. Uhlenhuth suppose que, chez les Salamandres, la thyroïde commence à fonctionner assez tard, peu avant la première mue, et que, pour la métamorphose, il faut ici, en outre d'une glande thyroïde mûre, l'entrée en jeu d'un facteur qui libère l'hormone de celle-ci. C'est là un nouvel aspect du problème des sécrétions internes. Qu'est au juste ce facteur, on n'en sait rien. Mais, de ses expériences, Uhlenhuth tire la conclusion que, à mesure que la larve avance en âge, sa thyroïde devient de plus en plus sensible à l'action du facteur en question; que, pour libérer l'hormone celui-ci doit être fabriqué en quantité suffisante et en rapport avec la sensibilité de la thyroïde; et que, enfin, — et c'est là un fait des plus intéressants, — le coefficient de température de son élaboration est plus élevé que le coefficient de température de la croissance du corps et de l'activité de la thyroïde. C'est pour cette raison que les larves de Salamandres maintenues à basse température arrivent avant de se métamorphoser à une taille beaucoup plus grande que normalement. Dans les régions froides des Montagnes Rocheuses et sur le haut plateau Mexicain les larves d'*Amblystoma tigrinum* deviennent géantes sans se métamorphoser (néoténie) ; dans des conditions de température plus clémentes, elles se métamorphosent normalement. Tout cela d'ailleurs encore est fort embrouillé et obscur. Parmi les effets indiscutables et les plus constants de la thyroïde sur la métamorphose sont la mue de la peau et la réduction des branchies. Pour ce qui est des pattes, des taches pigmentaires, de la langue, des dents palatines et des organes sexuels, ils paraissent être peu influencés par la thyroïde, du moins chez la Salamandre. Le *Typhlomolge* par exemple, bien que privé de thyroïde, comme il a été dit plus haut, a des pattes normales. Il se peut que chez les têtards d'Anoures les pattes ne sont pas sous l'influence aussi étroite de la thyroïde qu'on le croit. Allen (1918) qui a fait de longues expériences sur des têtards thyroïdectomisés a reconnu que les pattes antérieures chez ces têtards se développent fort bien, mais qu'elles n'arrivent pas à percer à travers la peau. C'est donc la peau qui serait influencée par la thyroïde, et non les pattes.

Le problème des relations réciproques et des interactions entre les diverses glandes à sécrétion interne et très important mais très difficile aussi. Pour ce qui est des têtards, il est certain que de telles relations existent entre l'hypophyse et la thyroïde. Quand on enlève cette dernière, l'hypophyse s'hypertrophie; cependant leurs hormones paraissent bien spécifiques et ne peuvent se remplacer mutuellement, comme le montrent

de nombreuses expériences récentes. Un point intéressant est celui-ci : les réactions vis-à-vis des hormones ne sont pas les mêmes aux différentes stades. D'après Uhlenhuth (*Journ. of gener. Physiol.*, 1921), les larves de Salamandre ne présentent aucune modification quand on les nourrit avec le lobe antérieur de l'hypophyse. Mais quand on soumet au même régime des Salamandres métamorphosées (*A. opacum* ou *A. tigrinum*), la croissance s'accélère immédiatement et les animaux deviennent géants. Quant au thymus, son action n'est pas nette. Beaucoup d'auteurs ont constaté que les têtards nourris avec du thymus ont leur croissance et leur métamorphose inhibées. Mais il paraît que l'arrêt de la croissance est simplement dû au régime déficitaire, lequel inhiberait par contre-coup le facteur qui libère l'hormone de la thyroïde. Quand en même temps que le thymus on fournit aux têtards d'autres substances alimentaires, la croissance n'est pas arrêtée. Uhlenhuth s'est demandé quelles sont parmi les substances nécessaires à la croissance celles qui font défaut dans le régime du thymus. Les résultats ne sont pas encore concluants, mais il paraît certain que ce ne sont ni l'iode, ni le calcium, ni le sodium, ni le potassium.

A. Drz.

Histo-physiologie

Recherches sur le parenchyme des Vers plats. — M. Marcel Prenant a fait paraître sur ce sujet un travail (*Archives de Morphologie générale et expérimentale*) intéressant aussi bien par les résultats qu'il apporte que par l'esprit dont il est animé. L'étude du parenchyme des Plathelminthes a séduit M. Marcel Prenant parce que chez ces Vers, qui ne présentent ni cavité générale, ni vaisseaux, ni sang circulant, il y avait lieu de chercher si, et dans quelle mesure, le parenchyme est un équivalent du sang, de la lymphe, du tissu conjonctif, peut-être d'autres tissus encore. « Du sang surtout : transporteur des matériaux nutritifs, collecteur des déchets de l'organisme, le sang résume le chimisme du corps » ; et dès lors, la comparaison de leur parenchyme avec le sang et les éléments libres d'autres animaux pouvait fournir des conclusions ayant une haute portée théorique. Les recherches de M. Prenant ont été faites sur divers Turbellariés acoeles, rhabdocœles, triclades et polycades, sur des Trématodes et des Cestodes, et aussi, en vue de comparaison, sur des Némertes et des Cténophores.

D'une façon générale, le parenchyme des Plathelminthes se présente sous l'aspect d'un réseau de cellules fixes dans les mailles duquel on reconnaît une substance intercellulaire et des cellules libres. M. Prenant a étudié ces divers éléments aux points de vue histologique, histophysiologique, microchimique, en cherchant surtout à dégager les équivalences fonctionnelles. Il montre les relations entre les cellules fixes et la substance fondamentale, celles entre les cellules fixes et les cellules libres. On a souvent rapproché le parenchyme des Vers plats du tissu conjonctif lâche des Vertébrés. C'est plutôt du mésenchyme embryonnaire de ces derniers qu'il y aurait lieu de le rapprocher ; jamais on n'y trouve, en effet, de faisceaux conjonctifs ni de fibres élastiques, comme c'est le cas pour le tissu conjonctif lâche. Quant aux cellules libres, il y en a deux séries distinctes : l'une est une série-souche, capable de donner aussi bien des éléments sexuels que des cellules somatiques, l'autre est définitivement différenciée dans le sens somatique. Cette distinction est importante, et il faut en tenir compte dans des études sur la reproduction, la régénération, etc.

Quelles sont, parmi ces cellules libres, celles qui se rapprochent des cellules du sang des Vertébrés ? M. Prenant a reconnu des hémoblastes, de tout point comparables à ceux des embryons de Vertébrés, et comme eux équivalents aux cellules du mésenchyme indifférencié. L'existence de l'hémoblaste est donc indépendante de celle des vaisseaux sanguins, et la parenté étroite de cet élément avec les cellules génitales indique son haut degré d'indifférenciation. On trouve aussi, chez certains Plathelminthes, des cellules analogues aux lymphocytes. Mais à cela près se bornent les analogies. Il y a bien des leucocytes hyalins, mais ils ne sont pas exactement superposables à ceux des Vertébrés ; il y a aussi, du moins chez les Turbellariés, des granulations dont la composition chimique est comparable à celle des granulations oxyphiles d'Ehrlich, mais les cellules qui les renferment n'ont pas les caractères des leucocytes, encore moins des leucocytes granuleux. Aussi, M. Prenant juge-t-il préférable de substituer, dans la poursuite des analogies, l'entité *fonction* à l'entité *cellule*. Il retrouve ainsi :

Une fonction phagocytaire, remplie, comme chez les Vertébrés, par les divers types leucocytaires des Plathelminthes.

Une fonction peroxydasique, qui, chez les Vertébrés, est dévolue aux leucocytes granuleux seuls, et qui, chez les Turbellariés, est remplie par certains leucocytes hyalins ;

Une fonction nucléoprotéidique, celle des leucocytes éosinophiles qui, ici, est reprise par des éléments non leucocytaires ;

Une fonction d'accumulation de réserves grasses, remplie par le liquide intercellulaire, alors que chez les Vertébrés elle est réservée surtout au tissu adipeux ;

Une fonction de réserve glycogénique dévolue ici à des cellules intestinales ou parenchymateuses ;

Une fonction de soutien et une fonction de transport d'oxygène qu'assument, suivant les groupes, des éléments variés.

Mais, dit M. Prenant, même avec cette correction, les analogies ne peuvent se suivre jusqu'au bout, car ces fonctions elles-mêmes ne sont pas générales parmi les Plathelminthes. Ainsi, les Turbellariés font surtout des réserves grasses, alors que les Cestodes et les Trématodes accumulent du glycogène. Même dans les limites d'un groupe restreint, l'application d'une commune mesure à des éléments offrant des caractères cytologiques voisins pourrait conduire à des erreurs.

On voit par là avec quelle prudence et quelle pénétration M. Marcel Prenant a conduit ses recherches. Si quelques-uns des problèmes, parmi ceux qu'il a abordés, n'ont pu être élucidés, du moins a-t-il la satisfaction d'avoir épuisé, pour les résoudre, toutes les ressources de la technique actuelle.

A. Drz.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

L'uranium au point de vue métallurgique (1). — L'uranium est connu de longue date, puisque dès 1789 Klaproth découvrait son oxyde, qu'il dénommait urane en l'honneur de la planète Uranie. L'isolement du métal par Péligot remonte aux environs de 1840, c'est-à-dire à plus de quatre-vingts ans. Pourtant, au cours du XIXe siècle, l'uranium ne fut guère pour les chimistes qu'un élément rare, il fallut la découverte des « rayons uraniques » en 1896, par Henri Becquerel, pour le mettre soudainement en évidence. C'est un métal blanc argent, très dense, que son poids atomique 238,2 classe dernier dans le tableau périodique de Mendéleef avec le numéro d'ordre 92. Ses propriétés radioactives, d'une importance théorique considérable, en particulier sa parenté avec le radium, ont fait l'objet d'un nombre immense de travaux, qui ont contribué à modifier profondément nos idées sur la constitution de l'atome.

Mais il ne s'agit pas ici de considérer l'uranium sous cet aspect spéculatif. Au point de vue pratique, il présente des applications intéressantes. Il est utilisé dans la fabrication des allumeurs automatiques, à cause de sa propriété de produire des étincelles par choc contre un corps dur. Son oxyde entre dans la composition d'un verre jaune à reflets verts, qui permet d'apercevoir les objets éclairés par les rayons ultra-violets. Les sels d'urane sont remarquablement fluorescents et plusieurs d'entre eux sont employés avec succès pour la teinture de la soie. Enfin, l'uranium commence à jouer en métallurgie un rôle qui s'accroît chaque jour davantage.

Ses gisements sont peu nombreux et jamais abondants. Les principaux sont à Joachimstal (Bohême), à Johanngeorgenstadt (Saxe) et aux Etats-Unis, dans certaines régions du Colorado et de l'Utah. La teneur en uranium dépasse rarement 2 à 3 %.

Les minerais se réduisent principalement à trois. Il y a d'abord la pechblende, substance amorphe contenant des oxydes d'urane associés à d'autres oxydes métalliques, puis l'uraninite, variété cristalline de pechblende. Ce sont là deux minéraux de l'époque primaire qui se présentent, en général, comme constituants de filons très complexes et parfois aussi sont disséminés dans des roches ignées. Un troisième minerai important est la carnotite, vanadate hydraté de potassium et d'uranium, d'origine secondaire, qu'on trouve dans des terrains sédimentaires.

En Cornouailles, à côté de minerais d'étain et de cuivre, la pechblende est associée à des minerais de cobalt, de bismuth et autres métaux.

Dans le Erzgebirge, la pechblende accompagne des minerais soit d'étain, soit de plomb ou de zinc, soit de cobalt, de nickel ou d'argent. Les minerais d'urane sont actuellement exploités dans quelques localités de cette région.

A Joachimstal, du côté bohémien de l'Erzgebirge, on trouve de la pechblende avec du quartz, de la dolomie, de la pyrite et de la chalcopyrite, recouvrant des minerais de nickel et de cobalt.

A Annaberg, du côté saxon, la pechblende recouvre de la sidérose et de la fluorine.

A Johanngeorgenstadt, les veines de pechblende coupent des veines de bismuth argent, et la pechblende est souvent trouvée occluant de la galène, de la chalcopyrite ou du bismuth.

Dans le Colorado et dans l'Utah, aux Etats Unis, le minerai exploité est la carnotite, qui est incluse dans les grès. Les dépôts sont étroits et communiquent à la roche une couleur jaune canari. Beaucoup de gisements importants ont été découverts ces dernières années, et il y a tout lieu de penser que d'autres restent à découvrir encore.

La séparation de l'uranium de ses minerais est coûteuse et compliquée, mais en général, l'uranium est obtenu comme sous-produit de l'industrie du radium, parfois du vanadium, parfois des deux et le prix du traitement se partage. Etant donnée la présence de l'uranium dans un minerai, la teneur en radium est dans un rapport déterminé avec la teneur en uranium, et le degré d'activité renseigne à la fois sur l'une et sur l'autre.

Habituellement, on traite le minerai par voie humide, procédé le plus avantageux pour la récupération du radium. Le minerai écrasé est soumis à l'action de l'acide chlorhydrique bouillant jusqu'à ce que l'uranium et le radium passent en solution. A la solution filtrée, on ajoute un peu de chlorure de baryum puis assez d'acide sulfurique pour précipiter le baryum et le radium à l'état de sulfates insolubles. Il reste à précipiter l'uranium de la solution et à le séparer des autres métaux qui ont précipité en même temps que lui ; on l'obtient finalement sous forme d'hydroxyde floculent.

A Joachimstal, on grille le minerai pour expulser le soufre et l'arsenic et on fond les oxydes obtenus avec une quantité déterminée de charbon. Un certain nombre de métaux sont réduits et entraînés. En ajoutant à nouveau du charbon et en chauffant un temps suffisant, les oxydes sont convertis en carbures. En reprenant par l'eau, tous les carbures restent inaltérés, sauf celui d'uranium qui donne un hydroxyde, on convertit ensuite cet hydroxyde, soit en uranium métal, soit en ferro-uranium.

La production annuelle mondiale de l'uranium n'est pas officiellement enregistrée. Voici, seulement en ce qui concerne les Etats-Unis, les estimations qui ont été faites pour les années 1916, 1917 et 1918 :

Année	Tonnes d'Uranium	Grammes de radium
1916	33,7	10,0
1917	87,4	26,4
1918	89,5	27,1

L'uranium est en grande partie utilisé pour la fabrication d'aciers spéciaux, dans la composition desquels il entre pour une proportion faible, de sorte que la production actuelle est suffisante pour fournir quelques milliers de tonnes d'alliage. Il peut remplacer le tungstène, et là où il aurait fallu une grande quantité de ce métal, il suffit de beaucoup moins d'uranium pour des résultats équivalents.

En introduisant un léger pourcentage d'uranium dans des aciers au carbone on en augmente notablement la résistance, la dureté, ainsi que la limite élas-

(1) D'après une étude publiée dans *Engineering*, 23 déc. 1921.

tique ; on amplifie aussi de cette façon les qualités d'aciers plus complexes. L'uranium seul est susceptible de produire de tels effets. Il est de même très précieux comme constituant d'acier à outils rapide.

Malgré sa rareté relative et, par suite, son prix élevé, l'uranium trouvera certainement dans l'industrie une application étendue en raison des propriétés qui lui sont exclusives. Il est d'ailleurs probable que toutes les ressources en uranium sont encore loin d'être soupçonnées. Beaucoup de régions du globe n'ont jamais été prospectées à cet égard, d'autres ne le sont jusqu'à présent que fort incomplètement. On découvre constamment de nouveaux gisements aux Etats-Unis, et récemment on en a mis à jour de très importants dans la région de Kantaga, au Congo belge. S. VEIL

Mines

Une nouvelle mine d'or près de Singapore. — De nouveaux filons de quartz aurifère et des gisements alluvionnaires viennent d'être mis en exploitation, près Singapour, au milieu de granites décomposés et de schistes granulitiques. Leur teneur très forte en or (jusqu'à 120 onces à la tonne pour les alluvions et 40 onces dans le quartz), l'installation d'un outillage très moderne traitant plus de 60 tonnes par jour, permettent d'espérer des bénéfices importants et des extensions prochaines. DP.

Agronomie

Le Sorgho, son emploi pour l'alimentation du bétail. — M. André Piedallu donne dans les *Annales de la science agronomique,* une étude d'ensemble sur le Sorgho (nov.-déc. 1921). Cette plante qui joue un rôle si considérable dans les régions tropicales a été cultivée en France, comme le maïs, pour l'alimentation en vert du bétail. Nous l'avons vu semer en effet en mélange avec le maïs fourrage et nous avons apprécié sa faculté de donner une deuxième coupe quelques semaines après la récolte du mélange sorgho-maïs. Cette pratique nous a paru avantageuse, mais le sorgho présente le grave inconvénient d'accumuler par moment dans ses tissus des quantités notables d'un principe cyanogénétique, la « durine ». Des accidents causés par cette plante ont effrayé les éleveurs.

Les Américains recommandent de couper le sorgho comme fourrage au moment où le grain est en pâte. On pratique aussi aux Etats-Unis, le semis du sorgho en mélange avec les doliques. Les Américains appellent ces légumineuses cow-pea et considèrent que leur fourrage équivaut à la luzerne. Le sorgho se conserve en meule ou en silo. D'après les analyses du département de l'agriculture à Washington, les compositions des divers produits du sorgho sont :

	Eau	Mat. az.	Mat. grass.	Amidon & sucre	Cellul^{e}	Cend.
sorgho sucré, vert.....	72.66	1.44	1.66	15.20	7.40	1.62
sorgho séché à l'air :						
sucré, plante entière....	43.62	3.91	3.34	25.74	20.2	3.18
sucré, feuilles.....	12.43	9.60	4.55	44.93	23.93	4.56
ensilage de sorgho.....	75.50	1.55	1.19	11.85	8.04	1.87
graines de sorgho.....	12.8	9.1	3.6	70.0	2.6	2.1
graines de maïs.....	10.9	10.5	5.4	69.6	2.1	1.5

La composition de l'ensilage de sorgho est très voisine de celle du maïs ensilé.

En ce qui concerne le sorgho en grains, M. Piedallu rappelle qu'il a été utilisé pour la fabrication du pain, avec succès.

La quantité de grains à semer à l'hectare qui était de 25 kg. env. pour le sorgho fourrage, n'est que 2 kg. 500 à 3 kg. 500 pour le sorgho à grains que l'on sème en lignes espacées de un mètre.

Notons que le sorgho peut être utilisé en brasserie. L. R.

Agriculture coloniale

Le Coton du Cambodge. — Chaque année, au Cambodge, après le retrait des eaux du Mékong, de 13 à 20.000 hectares sont consacrés à la culture du coton.

L'espèce spontanée était une variété locale du Gossipyum hirsutum Linné (Krabas), dont la soie atteint 18-22 m/m de longueur, mais présentait certains défauts : grande irrégularité, enchevêtrement souvent compliqué, nodosités fréquentes (graines atrophiées). Ce coton était presque uniquement exporté au Japon.

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses améliorations culturales et systématiques ont été réalisées : soies plus longues, plus régulières, etc. De plus, le cotonnier a été planté aussi en terrains élevés, à l'abri des inondations ; on fait maintenant les semis en pleine saison des pluies ; les plants se développent vigoureusement, sont moins sujets aux maladies cryptogamiques et acquièrent vite un enracinement suffisant pour résister à la sécheresse.

En outre, des études géologiques locales, appuyées d'analyses chimiques, ont montré dernièrement qu'il existe au Cambodge plus de 10 millions d'hectares de « terres rouges » et de « terres grises », analogues à celles où le cotonnier prospère, en Cochinchine et aux Indes.

Sur la demande du Jardin Colonial, un premier essai d'utilisation pratique des cotons cambodgiens, effectué en 1918, dans le Calvados, a donné des résultats fort intéressants : facilité du travail industriel, solidité et belle qualité des produits finis. Tout récemment, la Société Alsacienne d'Industrie Cotonnière vient de terminer, à Mulhouse, une série d'essais beaucoup plus importants. Les cotons du Cambodge ont fourni d'excellents filés, absolument comparables aux meilleurs produits issus des cotons américains.

Il n'est pas douteux que la culture du coton ne devienne prochainement une des principales richesses du Cambodge. DP.

Variétés

Propagande pour développer l'emploi des engrais chimiques. — Un syndicat vient de se constituer dans le but de développer l'emploi des engrais en France et dans les colonies ou protectorats français.

Sans nous préoccuper de savoir si les membres et surtout les promoteurs de ce syndicat sont pour la plupart des négociants et des fabricants d'engrais, leur feuille d'information n° 1, du 15 novembre 1921, rappelle que le but est, au point de vue immédiat, désintéressé et qu'il fait appel à la collaboration de savants et d'agronomes, afin de montrer l'utilité des engrais, de divulguer les meilleures méthodes de fertilisation et de mettre en garde contre des erreurs ou contre des entreprises qui tendraient à exploiter les agriculteurs.

On doit donc approuver le but, ainsi que les moyens d'action qui sont, entre autres, le développement de l'enseignement agricole à l'Ecole primaire, l'organisation de stations expérimentales officielles ou privées, etc. : il semble donc qu'on n'obtient pas de résultats suffisants avec les moyens mis actuellement en action, il faudrait une meilleure instruction professionnelle de nos cultivateurs dans les écoles des communes rurales. Nous ne méconnaissons pas, d'autre part, le

grand et très méritant effort récent de l'Etat en faveur des stations agronomiques, mais la lecture de cette feuille d'informations du syndicat qui ne fait guère état que des travaux américains et allemands — les quelques citations de travaux français se rapportant surtout à des résultats très connus et classiques depuis plus d'un quart de siècle — ne laisse pas que de justifier un certain pessimisme.

Le syndicat a donc pleinement raison d'entreprendre une *campagne pour l'éducation des agriculteurs* au sujet de l'emploi des engrais. Après dix années d'études de laboratoire et plusieurs années de pratique agricole au milieu des cultivateurs, nous sommes de plus en plus convaincus que nos campagnes ont un besoin urgent de cette éducation professionnelle, surtout en ce qui concerne les engrais. Et si c'est à la ferme, et là seulement, qu'on apprend à bien conduire un labour et des semailles en temps opportun, qui osera contester qu'il n'appartient pas à chaque agriculteur de refaire pour son compte, et tous aléas à sa charge, les nombreux essais, le réglage des doses nécessaires : c'est un nombre énorme d'expériences qu'il devrait faire et qu'il n'a absolument pas le temps matériel d'effectuer, même en admettant qu'il ait la compétence voulue.

L'action du syndicat de propagande est donc éminemment nécessaire et sera féconde. L'Etat est pour longtemps, dans l'après-guerre, aux prises avec d'assez lourdes difficultés pour ne pas exiger de lui le trop grand développement de services agricoles déjà étendus, et qui se libèreront difficilement des flots de la marée montante des papiers qui les a accablés en ces dernières années.

En dehors de l'exposé du programme d'action, le bulletin n° 1 donne déjà une série de renseignements techniques sur l'emploi des engrais :

Il met en garde contre les prétendus engrais bactériens dont il conteste d'ailleurs même la désignation qui pourrait n'être pas reconnue par la loi; contre la nitragine, question déjà connue ; contre l'emploi des engrais à bas titre. Sur ce dernier point, nous ferons remarquer au rédacteur de la feuille que bien souvent — cela nous est arrivé — on préfère acheter un wagon complet de 10 tonnes d'un engrais à titre un peu plus bas que celui qu'il serait, au premier abord, logique de choisir, cela dans le but de faciliter les transports qui jusqu'à une date récente n'étaient faits que sous cette condition de tonnage minima.

Quelques vérités bien connues sont rappelées : supériorité des superphosphates sur les phosphates naturels, utilité des engrais azotés sur les prairies. On signale la découverte qui viendrait d'être faite par un chimiste allemand, de bactéries solubilisant les phosphates, et les expériences faites aux Etats-Unis montrent que le nitrate de soude est plus efficace sur parcelles non chaulées, le sulfate d'ammoniaque l'étant au contraire davantage en présence de la chaux, résultat que la connaissance des conditions de la nitrification faisait prévoir.

L'utilité du soufre comme engrais est contestée sur la foi d'expériences faites aux Etats-Unis. Ces essais ne concordent pas d'ailleurs avec ceux que nous connaissons en France, mais nous croyons bien en effet à la faible efficacité de cet engrais dans la plupart des cas.

La question autrement importante et dont l'étude est encore dans l'enfance, de l'acidité des sols est examinée, très complexe d'apparence ; les premiers résultats montrent l'utilité des chaulages faibles mais répétés.

(Pour renseignements s'adresser au siège du Syndicat, 3, rue de Penthièvre, à Paris). L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 12 juin, la section d'Anatomie et Zoologie avait présenté la liste suivante des candidats au siège de Ranvier.

M. Jules Gravier en première ligne et M. Maurice Caullery en deuxième.

MM. Raoul Anthony, Louis Lapicque, Edouard Retterer, Louis Roule en troisième et par ordre alphabétique.

— Dans la séance du 19 juin, l'Académie a élu M. Gravier par 37 voix ; M. Lapicque a recueilli 10 voix; M. Caullery 9 et M. Retterer 1.

M. Gravier a mis en évidence, dans une thèse de doctorat, sur « La Famille de Phyllodociens », les caractères primitifs et les affinités de ces vers annelés marins, qu'il avait recueillis et étudiés au laboratoire de Tatihou à Saint-Waast-la-Hougue ; ces travaux, il les a étendus à d'autres familles de vers, tant exotiques qu'indigènes.

Dans une imoprtante mission à la côte des Somalis (Afrique orientale), il a mis en relief les conditions de formation des récifs madréporiques, principalement au point de vue biologique ; ses conclusions ont suscité de nouvelles recherches, en particulier au laboratoire de Tortugas (Floride) où le Dr Vaughan les a confirmées et développées.

M. Gravier a trouvé encore, autour des îles portugaises de San Thomé et de Principe (Golfe de Guinée), des colonies de madréporaires, qui, on le sait, tiennent à la fois du végétal et de l'animal (zoophytes des anciens naturalistes). Cette découverte était contraire aux prévisions de Darwin et de Dana, qui considéraient ces êtres comme n'existant pas sur la côte occidentale de l'Afrique.

— Dans la séance du 16 juin, M. B. Baillaud, président de l'Union astronomique internationale, et M. Ch. Lallemand, président de l'Union internationale de géodésie et de géophysique, ont rendu compte des travaux du congrès qui vient de se tenir à Rome.

Académie de Marine. — Dans la séance du 9 juin, présidée par M. Landry, le prince de Monaco a été élu membre associé.

Académie d'agriculture. — M. Louis Viellard, vice-président de la Société forestière de Franche-Comté, est nommé membre de la section de sylviculture. M. Pierre Andouard est élu correspondant national dans la section des sciences physico-chimiques. M. Silvertri, directeur de la station entomologique de Portici, est élu correspondant étranger dans la section d'histoire naturelle agricole.

Société astronomique de France. — Le 14 juin, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, la Société a fêté les quatre-vingts ans de M. Camille Flammarion. Le prince Roland Bonaparte, MM. Paul Painlevé et Ed. Guillaume ont pris successivement la parole et retracé la vie du savant et du vulgarisateur de l'Astronomie, qui fut le fondateur de la Société.

Troisième conférence internationale de la Chimie.

— Cette conférence se tiendra à Lyon, du 27 juin au 1er juillet, sous la présidence de M. le professeur Ch. Moureu.

Congrès de Chimie industrielle. — Le 2e Congrès organisé par la Société de chimie industrielle (49, rue des Mathurins) se tiendra à Marseille du 2 au 8 juillet. Le Comité technique et scientifique est présidé par M. P. Rivals, le Comité d'organisation par M. Gardair ; la séance d'ouverture sera présidée par M. Hubert Géraud, député, président de la Chambre de Commerce de Marseille. Les sections, au nombre de quinze, se réuniront dans les locaux de la Faculté des Sciences. La séance de clôture sera présidée par M. Vidal, sous-secrétaire d'Etat de l'enseignement technique.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Une circulaire ministérielle vient d'être notifiée, prescrivant l'inventaire et l'utilisation du matériel d'enseignement ; il s'agirait d'organiser des achats et des réparations en commun pour l'ensemble des Universités françaises. Il serait intéressant que des ateliers fussent créés pour construire des appareils nouveaux et pour souffler le verre, et que des laboratoires fussent montés pour la préparation de certains produits chimiques. Cette organisation servirait, en outre, à l'apprentissage des préparateurs et étudiants, ainsi qu'à la formation d'ouvriers spécialisés.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les candidats aux examens des certificats de licence de la session de juillet (19 juin-20 juillet) sont au nombre de 1880.

808 pour les Mathématiques, ainsi répartis :

Mathématique générale	420
Mécanique rationnelle	135
Calcul différentiel	112
Mécanique physique	110
Analyse supérieure	20
Géométrie supérieure	2
Astronomie	6
Mathématique, Physique, Chimie (M. P. C.).	3

236 pour la Physique :

Physique générale	190
Electrotechnique générale	32
Optique appliquée	3
Physique du globe	1
Physique mathématique	2
Chimie physique	8

470 pour la Chimie :

Chimie générale	260
Chimie appliquée	140
Chimie biologique	70

360 pour les Sciences naturelles :

Minéralogie	65
Géologie	35
Géographie physique	10
Botanique	70
Zoologie	40
Physiologie générale	40
Embryologie	16
S. P. C. N.	90

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences physiques :

— Le 10 juin. — M. Fabre : « Contribution à l'étude de la Rèsorcine ».

— Le 13 juin. — M. Damiens. « Recherches sur le Tellure et ses dérivés halogénés. »

— M. Li Shou, Houa : « Perméabilité sélective des membranes polarisées ».

— Le 15 juin. — M. Andubert : « Action de la lumière sur les suspensions ».

Faculté de Médecine. — Mme Claire-Léonie Lessaignet, veuve du professeur Dieulafoy, a fait donation de 26.000 fr. de rente française pour le laboratoire de chimie et la fondation de bourses annuelles.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Par décret du 7 juin, la chaire d'agriculture prend le nom de chaire d'agriculture et de production des matières agricoles dans ses rapports avec l'industrie. Rappelons que des examens permettent aux auditeurs d'obtenir un certificat annuel et que les titulaires des certificats peuvent recevoir un diplôme d'étude.

Ecole supérieure d'Electricité. — C'est à l'Université de Liège que, grâce aux libéralités de M. Montefiore, fut organisée, en 1883, la première Ecole d'application de l'électricité. L'Ecole française n'a été créée qu'en 1894 par la *Société des Electriciens.* Elle débuta avec 12 élèves. En 1921, elle comprenait 248 élèves : 28 faisant partie de l'Ecole supérieure des Télégraphes ; 6 de celle du génie rural. Depuis 25 ans l'Ecole est dirigée par M. Paul Janet, membre de l'Académie des Sciences. Depuis sa fondation, l'Ecole a formé près de 2.000 ingénieurs électriciens.

Ecole polytechnique. — Une chaire de chimie est vacante. Les candidatures devront être produites avant le 10 juillet ; elles seront examinées par les conseils de l'Ecole.

Ecole d'application du génie maritime. — Le concours pour 12 places d'élèves libres français aura lieu le 20 septembre, dans les locaux de l'Ecole, 3, avenue Octave-Gréard, Paris (7e). Les inscriptions doivent se produire avant le 15 août.

Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — MM. Forfert, Madray et Proh ont été admis aux épreuves orales du concours d'admission exclusivement réservé aux ingénieurs et ingénieurs-adjoints des travaux publics.

Ecole d'application de l'office national météorologique. — Pour le recrutement du personnel technique, l'Ecole admet au concours des candidats bacheliers ou anciens élèves de l'Institut agronomique, des Ecoles d'arts et métiers; de l'Ecole nationale d'horlogerie. Sont dispensés de l'examen d'entrée les anciens élèves des Ecoles polytechnique, navale, normale (sciences), des mines, d'électricité, de physique et chimie, les licenciés titulaires au moins du certificat de mathématiques générales, du certificat de physique générale et du certificat de mécanique générale (*Jour. off.* 15 juin).

Université de Rennes. — La chaire de mathématiques pures est déclarée vacante (14 juin).

Université de Toulouse. — M. Lafforgue est nommé professeur d'hydrologie thérapeutique et climatologie (chaire nouvelle).

Université de Bordeaux. — M. Sellier est nommé professeur d'hydrologie thérapeutique et climatologie (chaire nouvelle).

Université de Lyon. — En date du 7 juin, la Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un vingtième certificat de Chimie physique.

Université de Lille. — La chaire de physiologie de la Faculté de médecine est déclarée vacante (12 juin).

Université d'Alger. — La chaire de clinique des maladies des pays chauds, syphilitiques et cutanées est déclarée vacante (12 juin).

Écoles de Médecine. — Un poste de suppléant d'histoire naturelle à l'Ecole de Clermont-Ferrand est déclaré vacant. Le concours aura lieu à la Faculté de Toulouse, le 18 décembre prochain.

— Le concours, pour la nomination d'un suppléant des chaires de pathologie et de clinique chirurgicale et obstètricale à l'Ecole d'Angers, s'ouvrira à la Faculté de Paris, le 18 décembre prochain.

Université de Bruxelles. — M. Gley, professeur de biologie générale au Collège de France, vient de faire une série de conférences en qualité de professeur d'échange sur l'ontogénèse et les sécrétions.

Université de Montréal. — L'Université de Montréal a rendu un solennel hommage à Pasteur; à l'occasion du centenaire de sa naissance, centenaire qui fut commémoré, les 5, 6 et 7 juin dernier, par des discours dans lesquels fut retracée l'œuvre du Maître.

— 5 juin. — Allocution d'ouverture par le Révérend Père Morin, C.S.V., doyen de la Faculté des Sciences. — Allocution par l'honorable Athanase David. — Pasteur et la cristallographie par le Dr Ernest Gendreau.

— 6 juin. — Pasteur et la génération spontanée par le Dr Louis-Janvier Dalbis. — Pasteur et la bactériologie par le Dr Arthur Bernier. — Pasteur et la chirurgie par le Dr Louis de Lotbinière-Harwood, doyen de la Faculté de Médecine.

— 7 juin. — Pasteur et la chimie par le Dr Georges Baril. — Pasteur et l'apologétique par Monseigneur Georges Gauthier, recteur de l'Université de Montréal. — Allocution par M. Naggiar, consul général de France.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 29 mai 1922

GÉOMÉTRIE. — *F.-H. Murray* (prés. par M. Hadamard). **Sur le tracé des arcs de cercles de grand rayon.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* **Sur les figures intégrales singulières des systèmes partiels du premier ordre auxquels s'applique la méthode d'intégration de Jacobi.**

— *J.-W. Lindeberg* (prés. par M. Emile Borel). **Sur la loi de Gauss.**

— *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les fonctions automorphes de plusieurs variables indépendantes.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *S. Zaremba* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur la conception relativiste de l'espace.**

MÉCANIQUE. — *Gustave Guillaumin.* **Sur les lignes de glissement planes des corps pulvérulents, cohérents ou plastiques.**

ASTRONOMIE. — *Ferrier* (prés. par M. Painlevé). **Sur les déviations des rayons lumineux passant au voisinage d'un astre.**

L'auteur détermine l'influence de l'atmosphère entourant un astre sur la déviation du rayon lumineux. Dans le cas de la Lune, au moment des éclipses de Soleil, cette influence est capable de modifier profondément l'effet Einstein.

— *J. Guillaume* (prés. par M. B. Baillaud). **Observations de la comète Skjellerup, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.**

La comète a été repérée les 19, 20, 21, 22, 23, 24 mai; elle se présentait avec une forme vaguement circulaire d'environ une demi-minute d'arc, sans condensation marquée ; elle a apparu sous la 11e grandeur les 19 et 24 ; sous la 12e grandeur les 21 et 23.

— *Mlle O. Jasse* (prés. par M. Bigourdan). **Observation de la comète 1922 (Skjellerup) faite à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens, 0 m. 26 d'ouverture).**

L'observation a été faite le 26 mai ; la comète apparaissait avec une condensation de 11e grandeur.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *A. Danjon* (prés. par M. B. Baillaud). **Sur une nouvelle méthode interférentielle pour la mesure du diamètre apparent des étoiles.**

On se sert d'un appareil interférentiel du genre des lames de Jamin. Si on examine un fond éclairé, les franges occupent une certaine région du champ. Si dans cette région, une étoile apparaît, son intensité devient minimum lorsqu'elle passe sur le centre des franges sombres, minimum nul si le diamètre apparent est nul, minimum d'autant plus éclairé que, toutes choses égales d'ailleurs, le diamètre apparent de l'astre est plus grand par rapport à l'interfrange.

Dans les mesures stellaires, l'instrument peut être associé avec une lunette astronomique et il est possible de le monter avant ou après l'interféromètre.

GÉODÉSIE. — *Jean Lecarme* (prés. par M. Painlevé). **Expériences relatives à la marche d'un pendule ou d'un chronomètre, effectuées à Chamonix et à l'Observatoire du Mont Blanc, du 1er août au 10 septembre 1921.**

Ces expériences ont permis de déterminer l'accélération de la pesanteur : 1° à la station de Chamonix (alt. : 1050 m.), 980,29 ; 2° à la station de M. Vallot, au Mont Blanc (alt. : 4365 m.), 978,93.

PHYSIQUE. — *E. Mathias C.-A. Crommelin* et *H. Kamerlingh Onnes.* **La chaleur de vaporisation et la différence $m'-m$ des chaleurs spécifiques à l'état de saturation pour l'argon, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène.**

Les chaleurs de vaporisation sont calculées par la formule de Clapeyron-Clausius

$$L = \frac{T}{J}\left(\frac{1}{\delta'} - \frac{1}{\delta}\right)\frac{dp}{dT},$$

où J représente l'équivalent mécanique de la calorie, δ et δ les densités du liquide et de la vapeur saturée à la température absolue T, pour laquelle la pression de vapeur des phases existantes est p. La différence $m' - m$ des chaleurs spécifiques se calcule par la formule classique

$$m' - m = \frac{dL}{dT} - \frac{L}{T}$$

La différence $m' - m$ est négative au voisinage du point critique et m' est négatif pour toutes les températures du domaine de l'état liquide.

ELECTRICITÉ. — *Louis G. Stokvis* (transm. par M. Blondel). **Sur les diagrammes circulaires des systèmes triphasés déséquilibrés et la définition de leur degré de déséquilibrage.**

L'auteur montre que, sous le bénéfice d'hypothèses convenables, on peut, pour un système triphasé déséquilibré, tracer des diagrammes circulaires.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Weiss* et *P. Henry* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Influence du facteur temps sur l'interpénétration des solides par réaction chimique.**

Poursuivant leurs études, les auteurs se sont adressés à deux métaux donnant un composé défini, soit coloré

naturellement, soit colorable, tels Ag-Sb ou Cu Sb. Le contact est donné à coups de marteau. Un sciage suivant la hauteur permettait l'examen au microscope. Pour Ag-Sb la pénétration à 475° est de 1 mm. après 24 heures ; elle est de 3 mm. 75 après 360 heures. Ces résultats peuvent être représentés par la formule :

$$0 = \frac{n}{2} x^2.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Blondeau* (prés. par M. A. Haller.) **Etude de quelques cyanures de benzyle dialcoylés, ainsi que des alcools amides et acides correspondants.**

Les nitriles, tels que $C^6H^5C(RR')CN$ donnent, par saponification, des amides ; celles-ci, réduites avec Na et l'éthanol conduisent aux alcools $C^6H^5C(RR')CH^2OH$. On obtient ainsi les alcools diéthylphényléthylique, méthyléthylphényléthylique, etc., ce qui permet de généraliser la réaction de déshydratation observée par M. Haller avec $C^6H^5C(CH^3)^2CH^2OH$.

— *R. Locquin* et *Sung Wouseng* (prés. par M. Haller). **Sur l'action de l'acétylène sur les cétones sodées et la préparation des dialcoyl-éthinylcarbinols.**

On prend une cétone sodée

$$R' - CH \begin{matrix} \diagdown \\ \diagup \end{matrix} C - ONa$$

en solution éthérée ou benzénique. La réaction sur C^2H^2 donne les alcools tertiaires

$$\begin{matrix} R \diagdown & & \diagup OH \\ & C & \\ R \diagup & & \diagdown C \equiv CH \end{matrix}$$

qui, par hydrogénation, fournissent les alcools tertiaires saturés.

A. RIGAUT.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Maquenne* et *E. Demoussy.* **Sur la végétation dans les milieux pauvres en oxygène.**

Les graines ne sont pas les seuls organes qui puissent vivre longtemps encore après qu'on les a séparés de la plante qui les a produits. Les feuilles sont capables, chez certaines espèces, de conserver leur vitalité en l'absence d'air pendant un temps qui peut être fort long, puisque ce temps arrive à dépasser celui qu'emploient les plantes annuelles à parcourir le cycle entier de leur évolution.

La petite quantité d'oxygène que l'eau aérée renferme en dissolution suffit, non seulement à faire germer les graines de petit volume jusqu'à épuisement de leurs réserves, mais encore à entretenir la respiration des plantes terrestres très immergées aussi bien que celle des plantes aquatiques.

L'émission d'oxygène à la surface des racines, observée par MM. Maquenne et Demoussy, amène ces auteurs à penser que l'oxygène chlorophyllien prend naissance à l'extérieur de la cellule assimilatrice, dans la sève même, par décomposition catalytique de quelque peroxyde élaboré comme elle par les chloroplastes, et chassé en même temps qu'elle dans la circulation libérienne.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). **Sur l'hérédité du sexe chez la Lychnide dioïque (*Lychnis vespertina* Sibthorp).**

Le *Bryonia dioica* femelle, fécondé avec le pollen de *B. alba* hermaphrodite, a fourni à Correns, en première génération, des hybrides tous femelles, mais ces hybrides sont stériles. M. Blaringhem a repris ces recherches en partant d'un individu femelle de *Lychnis vespertina*, qui se comporte à peu près comme la Bryone de Correns, mais dont la descendance hybride est fertile. Des fleurs femelles de ce *Lychnis* fécondées avec le pollen de fleurs mâles de *Melandrium rubrum*, de *Lychnis sylvestre* et de *L. vespertina* ont donné des graines qui ont fourni des plantes toutes femelles.

BIOLOGIE. — *A. Lécaillon* (prés. par M. Henneguy). **Sur la fécondité des Hybrides obtenus par le croisement du Canard Pilet mâle (*Dafila acuta* L.) et du Canard sauvage femelle (*Anas boschas* L.).**

Les Hybrides animaux sont en général inféconds, et ce cas est aussi celui des Mulards provenant de l'accouplement du Canard de Barbarie et du Canard domestique. Les Hybrides de Canard Pilet et de Canard sauvage font exception à cette règle, car ils donnent, en s'accouplant avec le Canard sauvage, de nouveaux Hybrides.

ENTOMOLOGIE. — *W.-R. Thompson* (prés. par M. P. Marchal). **Etude mathématique de l'action des parasites entomophages. Durée du cycle parasitaire et accroissement de la proportion d'hôtes parasités.**

L'auteur arrive à établir un certain nombre de formules, différentes selon que la puissance reproductrice du parasite est égale, supérieure ou inférieure à celle de l'hôte.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Emile F. Terroine* et *René Wurmser* (prés. par M. Guignard). **Le rendement énergétique dans la croissance de l'*Aspergillus niger*.**

Il est possible, comme le montrent les auteurs, de calculer le rendement énergétique, lequel est représenté par le rapport entre l'énergie emmagasinée dans le mycélium U' et l'énergie métabolisable U. Pour atteindre le rendement réel, il faut retrancher de l'U l'énergie R correspondant à la production de CO^2. MM. Terroine et Wurmser arrivent ainsi à établir que le rendement $\frac{U'}{U - R}$ atteint 66 pour 100 et 70 pour 100; c'est-à-dire que le rendement énergétique réel de la croissance de l'*Aspergillus* est extrêmement élevé.

MÉDECINE. — *Georges Bourguignon* et *Conduché* (prés. par M. d'Arsonval). **Expériences sur l'introduction de l'ion iode par électrolyse chez l'homme, et son élimination par les urines.**

Ces expériences démontrent que dans l'introduction électrolytique de l'iode, il se constitue une réserve d'iode qu'on peut supposer s'accumuler dans le corps thyroïde et qu'ensuite il s'établit un équilibre entre l'iode qui entre au pôle négatif et qui sort au pôle positif pendant la séance, celui qui est en circulation, celui qui est en réserve et celui qui s'élimine par les reins dans l'intervalle des deux séances. A l'arrêt de l'ionisation, la réserve s'élimine en quelques jours.

L'ionisation agirait en deux temps : premier temps, introduction de l'ion; deuxième temps, localisation sur le tissu à traiter de l'ion libéré par électrolyse de celui que contient la circulation.

P. GUÉRIN.

Séance du mardi 6 juin

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Louis Roy* (transm. par M. E. Cosserat). **Sur les actions électromagnétiques dans un système isotrope.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Carl Störmer* (prés. par M. Deslandres). **Détermination du champ magnétique extérieur du Soleil par la structure de la couronne du Soleil et les constantes des aurores.**

Les matériaux recueillis dans l'expédition de Bossekop, en 1913, ont permis à M. Carl Störmer de déterminer la valeur du champ magnétique près de la surface du Soleil à savoir : le long de l'axe $1{,}2 \times 10^{-7}$, et dans le plus équatorial 0.6×10^{-7}. Ces nombres sont du même ordre de grandeur que ceux trouvés en 1911

par M. Deslandres par la méthode des vitesses radiales. Ce champ extérieur est essentiellement différent du champ beaucoup plus fort découvert par M. Hale à l'aide de l'effet Zeeman et situé plus profondément dans l'atmosphère solaire.

PHYSIQUE. — *G. Rebout* (prés. par M. E. Bouty). **Sur un nouveau rayonnement et son application à l'étude de l'ultraviolet de Millikan et de Lyman.**

Un corps peu conducteur de l'électricité, parcouru par un courant dans des conditions convenables, impressionne une plaque photographique; il y a donc production d'un rayonnement absorbable. Les radiations émises appartiennent, suivant les conditions expérimentales adoptées, soit à l'ultra-violet de Millikan avec des longueurs d'onde voisines de 300 à 350 Angström, soit à l'ultra-violet de Lyman.

— *A. Tian* (prés. par M. G. Urbain). **Thermostats à enceintes multiples.**

On dispose d'enceintes concentriques, isolées les unes des autres. L'enceinte extérieure reçoit le chauffage; c'est avec elle que le thermorégulateur est en relation calorifique *aussi bonne que possible*. Ainsi l'amortissement des oscillations thermiques dues au jeu du régulateur est pratiquement complet.

SPECTROSCOPIE. — *Léon et Eugène Bloch* (prés. par MM. Brillouin). **Sur les spectres d'étincelles dans l'eau.**

On a opéré avec les métaux suivants: zinc, cadmium, mercure, calcium, magnésie, aluminium, thallium, cuivre, argent, fer, étain, plomb, antimoine et bismuth. Parmi les particularités intéressantes observées par les auteurs, signalons l'analogie complète entre les spectres de raies renversées de l'étincelle sous l'eau et les spectres de flammes étudiés par M. de Watteville.

ELECTRICITÉ. — *De Bellescize* (résumé par M. Maurice Leblanc). **Amortissement des oscillateurs des résonateurs de T.-S.-F.**

Les conclusions énoncées par l'auteur, relativement aux effets qui se produisent lorsqu'une antenne est soumise à des ondes d'amplitudes et de fréquences contantes, ont été vérifiées par l'expérience. Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit d'ondes parasites et apériodiques.

MINÉRALOGIE. — *Ch. Boulanger* et *G. Urbain*. **Sur la composition et les caractères chimiques de la thortweitite de Madagascar.**

Cette étude a été faite au moyen d'une centaine de grammes de ce minéral, obligeamment concédé par M. Lacroix. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

SiO^2	Sc^2O^3	ZrO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3
44,1	42,4	8,4	3,3	2.0

Les minéraux analogues d'origine norvégienne contiennent des terres yttriques dans des proportions comprises entre 17,7 et 4,26 pour 100; le minéral de Madagascar n'en renferme guère que 0,5 pour 100.

HYDROLOGIE. — *d'Arsonval, Bordas* et *Touplain*. **Etude des eaux des glaciers d'Argentière et des Bossons.**

Les constantes physiques (résistivité électrique en particulier) et l'analyse chimique mettent en évidence des différences dans la composition des eaux de ces glaciers; cette composition dépend de la nature géologique des terrains recouverts par ces glaciers.

MÉTÉOROLOGIE. — *Pons* et *Rémy* (transm. par M. Ch. Depéret). **Sur la coloration ocre que présentèrent en mars 1922, les neiges du Briançonnais.**

Les poussières ayant produit cette coloration sont composées d'une argile mélangée à de fines particules de mica et de quartz, coloré par de l'oxyde de fer et renfermant une faible proportion de poussières organiques. Comme le vent était du Sud-Ouest, on peut supposer qu'elles provenaient de certaines localités du département de Vaucluse (Apt, Villes, etc.), où se préparent très en grand des ocres industriels.

R. DONGIER.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Recoura* (prés. par M. Haller). **Sur les nouvelles propriétés du sulfate vert de chrome.**

L'auteur complète l'histoire du sulfate vert obtenu par déshydratation partielle du sulfate violet. Il étudie les propriétés de la forme condensée $(Cr^2\,3\,SO^4)^?$ qui se dépolymérise, tout en restant complexe. Sous cette forme, elle peut néanmoins dissimuler de nombreuses molécules de sulfate, en particulier quand elle est combinée au sulfate de potassium. C'est ainsi qu'une molécule de sulfate vert associée à 2.400 molécules de SO^4K^2, ne donne encore aucun précipité avec le chlorure de baryum, au bout de 5 heures à la température de 0°.

— *P. Riou* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions alcalines.**

On a opéré avec une solution de carbonate de potassium, on a fait varier la concentration du sel et celle du gaz, puis la température. La vitesse est maxima, avec 5.6 centièmes de molécule-gramme par 100 gr. d'eau. Cette vitesse est proportionnelle à la concentration en gaz ainsi qu'à la température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle Wurmser* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la préparation de l'azotate d'ammoniaque.**

L'auteur a établi le diagramme carré de M. Le Chatelier, dans le cas de la réaction

$$NH^4Cl + NO^3Na = NO^3NH^4 + NaCl$$

aux températures de 16° et de 100°. Ces recherches complètent celles de M. Rengade.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mlle Wolff* (prés. par M. A. Haller). **Sur le furfural-α-méthylcyclohexanone et quelques-uns de ses dérivés et sur les mono et difurfural-cyclohexanones.**

Obtenu par l'action du furfural sur l'α-méthylcyclohexanone en cristaux jaunes fusibles à 51°, ce composé fixe deux atomes d'hydrogène pour donner le furyl-α-méthylcyclohexanone.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *E. Berger* (prés. par M. G. Lemoine). **Sur une lampe à formol.**

Cette lampe, créée par M. Trillat pour la désinfection, vient d'être perfectionnée par l'auteur; on emploie l'amiante argentée comme catalyseur. Le rendement s'élève jusqu'à 45 p. 100 tandis qu'avec les comprimés à oxyde de cuivre, on ne dépasse pas 30 pour 100.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *H. Joly*. **Sur l'allure tectonique des couches crétacées et tertiaires aux environs de Haro** (*province de Logrono Espagne*).

A la suite d'observations, un peu en amont de Haro, du défilé pittoresque des gorges de l'Ebre, l'auteur a constaté que les plissements ont été de grande intensité au nord de la vallée de l'Ebre comme au sud, et que les phénomènes de charriage auxquels ils ont donné lieu y sont du même ordre, tout en étant de sens opposé. Ils ont provoqué le resserrement de la vallée de l'Ebre.

— *P. Lory* (prés. par M. Kilian). **Sur les stades glaciaires et sur un vallon enregistreur des stades (Bédinat, Chaîne de Belledonne).**

Aucune vallée jusqu'ici décrite n'a conservé com-

plète la série des stades postwurmiens ; or, c'est là ce que fournit un vallon occidental de Belledonne, celui de Bédinat. C'est un pur type de vallée glacière simple.

Un tableau est donné par l'auteur des données numériques sur les stades de Bédinat. Grâce à ce vallon enregistreur, on possède désormais une base de comparaison assez précise pour tout l'ensemble des stades postwurmiens.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *P.-L. Mercanton* (prés. par le Prince Bonaparte). **Le système glaciaire de Beerenberg de Jan Mayen.**

Des observations au cours d'un périple du Beerenberg, corroborées par les documents antérieurs et tout particulièrement par les précieuses photographies du Dr Charcot, ont permis à l'auteur de tracer une esquisse suffisamment précise du système glaciaire de Beerenberg tel qu'il se présentait en 1921.

Ce système comprend quatre parties distinctes : le *groupe du glacier Weyprecht*, la *collerette glaciaire septentrionale du Beerenberg*, le *groupe du cirque oriental* et la *collerette glaciaire méridionale-occidentale du Beerenberg*.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). **L'organisation libéroligneuse, chez la Mercuriale, reproduit-elle une disposition ancestrale ?**

L'étude anatomique et ontogénique comparée de la base du faisceau médian dans les cotylédons et dans les feuilles végétatives de la Mercuriale y révèle une organisation libéroligneuse identique dans ses traits principaux; les différences, d'importance secondaire, peuvent être rapportées : 1° à l'organisation variable de l'appareil conducteur sous-jacent, avec lequel les faisceaux médians se raccordent par leur base; 2° à l'intervention et à la localisation d'un intense accroissement intercalaire longitudinal.

L'organisation libéroligneuse de l'hypocotyle, même chez la Mercuriale, cas cependant considéré par G. Chauveaud comme l'un des plus favorables à sa théorie, ne semble donc pas satisfaire, d'après M. Bugnon, aux conditions nécessaires pour qu'elle puisse être interprétée avec vraisemblance comme une disposition ancestrale.

BOTANIQUE. — *Gustave Chauveaud* (prés. par M. E. Bouvier). **Les principales variations du développement vasculaire dans les premières phyllorhizes des Phanérogames ne sont pas déterminées par l'accroissement intercalaire**

L'auteur croit devoir présenter à l'Académie quelques remarques au sujet d'une Note récente sur l'hypocotyle de la Mercuriale. Après avoir rappelé, d'après ses propres recherches: la constitution vasculaire typique, M. Chauveaud expose que si l'on veut expliquer les principales modifications vasculaires, surtout les plus primitives, on ne peut pas substituer l'accroissement intercalaire à l'accélération basifuge.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Louis Lapicque* (prés. par M. d'Arsonval). **Mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant.**

Les cellules des Algues possèdent la propriété de réagir suivant la concentration de leur milieu pour maintenir leur turgescence par une augmentation de leur propre concentration. Cette réaction consiste, pour une bonne part, d'après M. Lapicque, dans l'accumulation de sels au delà de la concentration ambiante.

En examinant au microscope l'effet de solutions très légèrement alcalines ou très légèrement acides sur le protoplasma des Algues (jeunes rameaux de *Cladophora* d'eau douce ou de *Callithamnium* marin), on voit ce protoplasma se rétracter fortement dans l'acide et se gonfler dans l'alcali.

Chaque parcelle d'un protoplasma, siège de l'agitation vitale, doit donc se comporter comme une éponge qui s'imbiberait dans le milieu extérieur, puis se trouverait comprimée dans le milieu intérieur.

PHYSIOLOGIE. — *Paul Portier* et *Marcel Duval* (transm. par S. A. S. le prince de Monaco). **Variation de la pression osmotique du sang des Sélaciens sous l'influence de la modification de la salinité de l'eau de mer environnante.**

La pression osmotique du sang de *Scyllium canicula* n'est pas tout à fait égale à celle de l'eau de mer environnante, elle est supérieure d'environ 9/100 de degré.

Pour des concentrations inférieures à celle de l'eau de mer, la pression osmotique du sang du poisson diminue régulièrement avec celle du milieu ambiant, mais moins vite que celle-ci.

Nos Sélaciens supportent beaucoup mieux la dilution de l'eau de mer que son enrichissement en sel.

D'une manière générale, la « tendance à la régulation », c'est-à-dire l'indépendance du milieu intérieur, est moins accentuée chez le Sélacien que chez le Téléostéen.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Fauré-Frémiet* et *Mlle H. Garrault* (prés. par M. Henneguy). **Constitution de l'œuf ovarien de Carpe (*Cyprinus-Carpio*).**

L' « Ichtidine » de l'œuf de Carpe peut être considéré comme un complexe de deux substances, une « vitelline » et une lécithine, difficiles à séparer l'une de l'autre.

A l'inverse de ce que les auteurs ont constaté chez l'œuf de Truite, ce sont les phosphatides qui prédominent dans les vitellus de l'œuf de Carpe.

Les cendres contiennent, comme celles de l'œuf de Truite, une proportion importante de calcium.

MICROBIOLOGIE. — *H. Vallée* et *H. Carré* (prés. par M. E. Roux). **Sur la pluralité des virus aphteux.**

Les auteurs ont précédemment posé le problème de la pluralité des virus aphteux et démontré, par des expériences appropriées, qu'une immunité solide contre un virus originaire du département de l'Oise (virus O) reste sans valeur à l'égard d'un virus d'origine allemande (virus A).

A la suite de nouvelles expériences, MM. Vallée et Carré se demandent si l'on doit considérer ces deux virus comme deux types microbiens totalement distincts ou s'il faut regarder les formes virulentes O et A comme deux races d'un même virus, ne se distinguant entre elles que par leur inaptitude à une vaccination croisée. Tout en penchant en faveur de la pluralité d'un même type de virus, ils n'osent encore conclure. Tout au moins leurs constatations éclairent-elles la question, si obscure jusqu'ici, des récidives de la fièvre aphteuse et appellent-elles, avec une étude comparative des virus des diverses origines, une réforme complète des méthodes d'étude de la redoutable épizootie.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mécanismes communs aux phénomènes disparates, par M. MICHEL PÉTROVITCH, Professeur à l'Université de Belgrade, un vol. in-12 de 280 pages (*Nouvelle collection scientifique*). Librairie Félix Alcan, 108, Boulevard Saint-Germain. Paris. — Prix, broché : 8 francs net.

« Comprendre un phénomène, a dit Sir William Thomson, c'est pouvoir établir son modèle mécanique. » On conçoit que cet aphorisme ne puisse s'appliquer littéralement à des phénomènes *quelconques* physiques, biologiques, psychologiques ou sociaux. Cependant, convenablement interprété, affranchi du point de vue spécial d'où il tire son origine, il a un sens profond, même si l'on considère la généralité des phénomènes accessibles ou non aux investigations de l'analyse mathématique. « D'une part, en effet, il se trouve qu'aux notions de *rôles* on peut donner une forme *indépendante de la nature concrète de leurs porteurs* et de celle des conséquants qui s'y rattachent... De même il est possible de donner à la description des phénomènes de toute espèce une forme indépendante de la nature concrète du phénomène, *uniforme* pour les phénomènes de toute espèce et de toute nature. D'autre part il y a des manières de *comprendre* des phénomènes sans qu'il soit absolument indispensable d'arriver à en connaître les lois mathématiques précises. »

Beaucoup de phénomènes en apparence disparates présentent des particularités communes dans leur mécanisme ou leur allure, et constituent un *groupe d'analogie* caractérisé par l'ensemble des particularités communes. Il est superflu d'insister sur les services que la considération de ces analogies a rendus à la science. En ramenant une multitude de phénomènes à un même type de mécanisme on fait à coup sûr un pas vers la compréhension de ces phénomènes.

M. Pétrovitch étudie dans son livre les caractères communs aux phénomènes disparates. Après avoir envisagé les particularités communes aux allures et aux mécanismes des phénomènes, il envisage les liens qui existent entre les particularités d'allure et de mécanisme. Il étudie ensuite les manifestations extérieures des particularités d'allure dans les phénomènes naturels, et termine par un grand nombre d'exemples fort instructifs des analogies d'allure entre quelques espèces de phénomènes concrets, empruntés aux branches les plus diverses de la Connaissance.

Ce livre très curieux, très riche d'idées, — on serait tenté d'écrire *trop* riche d'idées, ce qui le rend un peu lourd — constitue un essai de *Phénomènologie Qualitative* du plus vif intérêt pour la philosophie naturelle. Le jour où cette branche de la science sera suffisamment développée, on conçoit qu'elle pourra fournir des instruments précis permettant de pénétrer les phénomènes jusque dans leurs plus petits détails ; elle pourra faire prévoir des faits concrets et suggérer des théories ou des recherches. Nous n'en sommes pas encore là. Mais l'ouvrage de M. Pétrovitch constitue une tentative intéressante, qui suppose chez son auteur une culture encyclopédique fort rare à notre époque de spécialisation à outrance. A. Bc.

Cours de Mécanique T. I. *Cours de Mécanique rationnelle*, à l'usage des élèves des Instituts électrotechniques et des candidats au certificat de mathématiques générales, par Louis Roy. In-8° de VI-260 pages avec 103 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Le nouvel ouvrage de M. Louis Roy se recommande au lecteur, comme son cours, récemment paru, de Mécanique appliquée, par ses qualités de clarté et de précision. S'adressant à des débutants, l'auteur s'est volontairement limité aux parties les plus élémentaires de la Mécanique rationnelle. Toutefois, soucieux de donner à ses leçons des fondements solides, il a traité certaines questions théoriques, qui sont des éléments indispensables d'une bonne formation scientifique. Dans cet esprit, il a consacré aux principes de la Dynamique un développement assez important, où il insiste sur le choix des axes et définit nettement la notion de poids. Au moment où le lecteur abordera cette question, il se trouvera d'ailleurs dans des conditions favorables pour en mener à bien l'étude : les chapitres qui précèdent donnent en effet d'excellentes indications sur la cinématique et la théorie du changement de système de référence : cette dernière est appliquée au mouvement de la terre, avec données numériques à l'appui. D'une manière générale, les exemples susceptibles d'habituer les débutants au maniement des nombres n'ont pas été ménagés. Le principe du travail virtuel est appliqué aux machines simples, la théorie du mouvement d'un solide autour d'un axe, à la machine d'Atwood et au galvanomètre balistique, et celle des fils, aux ponts suspendus.

L'ouvrage de M. Roy sera très utile aux étudiants, et leur permettra de s'initier, d'une manière facile et sûre, aux parties les plus simples, mais non les moins importantes, de la Mécanique. Je ne doute pas qu'il n'engage beaucoup d'entre eux à continuer l'étude de cette belle science. G. BOULIGAND.

Analogies mécaniques de l'électricité. Conférences faites à l'École supérieure d'Electricité, par J. B. POMEY, Ingénieur en chef des Télégraphes. In-8° de XIV — 152 pages. (*Bibliothèque des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*). Gauthier-Villars éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

C'est un sujet qui a été bien souvent examiné depuis Maxwell que la comparaison des équations de la mécanique avec celles de l'Electricité. Après avoir cherché à démontrer, par des analogies, la nature mécanique de l'Electricité, on a cru établir par ce même moyen, la nature électrique des forces mécaniques, jusqu'au jour où renonçant à demander aux méthodes d'analogie, plus qu'elles ne peuvent donner, on s'est contenté d'observer le similitude mathématique là où elle existe sans rien préjuger sur l'explication des choses. Telle est l'attitude qui paraît aujourd'hui la plus raisonnable, et qui se concilie le mieux avec les arguments tirés de la Relativité.

M. Pomey, que sa grande compétence dans les questions d'Electricité théorique qualifiait particulièrement pour ce travail, a eu le bon esprit de réunir en quelques conférences de lecture facile les principaux éléments de comparaison entre l'Electromagnétisme et la Mécanique. Si nous consentons à dépouiller les symboles de leur sens particulier (force, déplacement, champ, induction, etc.) pour n'étudier que la façon dont ils se groupent pour former des lois physiques, nous constatons qu'un petit nombre de théorèmes généraux se

retrouvent, aux différences d'interprétation près, dans les parties les plus diverses de la Physique. Avec Maxwell et lord Rayleigh nous reconnaîtrons, aussi bien en Electricité qu'en Mécanique, en Acoustique, ou en Hydrodynamique, la loi de la conservation de l'énergie, le principe des vitesses virtuelles, celui de superposition des petits mouvements, l'existence de variations sinusoïdales pourvues d'harmoniques, la nécessité de régimes amortis ou entretenus.

C'est le mérite de l'auteur d'avoir illustré ces vérités générales par des exemples particulièrement bien choisis, étudiés avec méthode et élégance ; ces exemples sont empruntés de préférence au domaine le plus moderne de l'électricité pratique (horloges électriques, antennes vibrantes, lampes à trois électrodes) et développés de façon qu'on puisse apercevoir jusqu'au bout les analogies de calcul. Le lecteur suivra avec intérêt ces discussions à la fois précises et concrètes.

M. Pomey a su utiliser à maintes reprises les ressources de calcul fournies par l'analyse tensorielle moderne, de même qu'il a su emprunter aux théories de la T. S. F. beaucoup de leurs formules les plus intéressantes. Il n'en a pas moins remanié tous ces matériaux avec une méthode vraiment personnelle, et su faire un exposé attachant de questions fort difficiles. Nous le félicitons du succès remporté par son petit ouvrage, et qui nous semble hautement mérité.

Léon Bloch.

A Treatise on the Analysis of Spectra, par W.-M. Hicks. In-8° de 326 pages. Cambridge University Press, 1922. — Prix : 35 sh.

Cet ouvrage, qui a reçu le prix Adams pour 1919-1921, s'adresse surtout aux spécialistes de la Spectroscopie pour lesquels il fournit une base de documentation extrêmement complète et solide. L'auteur, à qui l'on doit tant de contributions originales dans ce domaine, a tenu à exposer non seulement ses conceptions personnelles mais l'ensemble des résultats acquis actuellement en Spectroscopie théorique. Son livre représente un travail de discussion immédiatement utilisable pour de nouvelles recherches.

Après un chapitre d'introduction sur les mesures en Spectroscopie et leur degré de précision, M. Hick expose les principaux types de séries et leur réunion en systèmes. On connaît la formule qu'il a proposée lui-même pour la représentation des termes spectraux et qui est certainement une des mieux adaptées au calcul et des plus satisfaisantes.

L'effet des diverses conditions physiques (champ magnétique, champ électrique, effet Doppler) sur l'apparence des raies spectrales fait l'objet d'un chapitre particulièrement intéressant, où l'on attribue la place qu'elles méritent aux recherches modernes sur les potentiels de résonance et d'ionisation.

Les théories tout à fait personnelles de M. Hicks sur l'élément spectroscopique qu'il désigne du nom de *oun*, sa conception des enchaînements de raies et les méthodes de calcul qui s'y rattachent sont traitées avec clarté dans deux longs chapitres, les plus originaux peut-être de l'ouvrage. Malgré ce qu'il demeure d'incertain dans ces conceptions, on ne peut méconnaître les services qu'elles ont rendus.

La seconde partie du livre contient la documentation spectroscopique proprement dite : Tables de réduction des longueurs d'onde au vide, table de Rydberg pour le calcul des termes, tables complètes de formules de séries des éléments avec leurs constantes. C'est la partie la plus immédiatement utile de l'ouvrage, elle est destinée à épargner aux physiciens bien des recherches bibliographiques pénibles et se présente avec de grandes garanties d'exactitude numérique et typographique.

Léon Bloch.

La physique des rayons X, par MM. R. Ledoux-Lebard et A. Dauvillier. 1 vol. in-8° de VIII-442 pages, avec 152 figures et 10 planches hors-texte, Gauthier-Villars et Cie, 55, Quai des Grands Augustins, Paris, 1921. — Prix : 60 francs.

La découverte des rayons X, réalisée, comme on sait, en 1895, par Röntgen, fut le point de départ d'un nombre considérable de recherches suscitées par un extraordinaire engouement. Mais, parmi celles-ci, un fort petit nombre seulement, auxquelles sont attachées les noms de J. Perrin, de J. J. Thomson, de Sagnac, de Gouy, et de Benoist méritent d'être retenues.

A cette courte période d'enthousiasme succéda bientôt, à la suite des travaux théoriques de Stokes, Wiechert, et J. J. Thomson, une longue inaction relative : il semblait que les rayons X ne dussent plus ménager de surprises nouvelles. Cependant, Barkla, Sadler, Whiddington et d'autres, faisaient des recherches d'un extrême intérêt sur les rayons X caractéristiques des éléments et sur leur absorption ; et C. T. R. Wilson parvenait, grâce à des expériences remarquables, à fixer le mécanisme par lequel ils ionisent les gaz. Mais les progrès étaient rendus extrêmement lents et difficiles par l'impossibilité où l'on se trouvait d'analyser sûrement les rayons

C'est en 1912 que Laue imagina l'expérience d'interférence au moyen des cristaux, qui démontra définitivement la nature des rayons X et qui, grâce aux perfectionnements que lui apportèrent W. H. Bragg et son fils W.-L. Bragg, allait renouveler la physique des rayons X et la cristallographie. Depuis, d'innombrables travaux ont été consacrés aux rayons X.

Dans leur ouvrage, MM. Ledoux-Lebard et Dauvillier ont su dégager l'essentiel de ces recherches, et ils nous présentent un travail d'ensemble rédigé avec méthode et clarté. Ils étudient successivement : la production des rayons X ; leur absorption par la matière, l'émission d'électrons qu'ils peuvent provoquer, sorte d'effet photo-électrique ; leurs actions chimiques et biologiques ; les procédés utilisés pour les analyser et les mesurer ; les théories relatives à leur nature et à leur production, leur application à l'étude des cristaux.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt théorique et l'importance pratique que présente l'étude des rayons X. Et nous ne pouvons que souscrire aux conclusions formulées par M. de Broglie dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage de MM. Ledoux-Lebard et Dauvillier : « Les faits expérimentaux certains, les nouvelles données précises et directement utilisables abondent dans les chapitres de ce volume. Tous les physiciens, quelles que soient leurs tendances, s'intéresseront aux résultats d'expériences si frappantes décrits dans ces pages, tandis que les spécialistes y trouveront des développements étendus et une documentation abondante. Quant à ceux qui ont particulièrement en vue la radiologie médicale, tous sont aujourd'hui convaincus que l'on ne peut faire progresser les applications des rayons X qu'en les basant sur des données rationnelles, scientifiques et précises ; c'est-à-dire sur la connaissance approfondie, aussi bien qualitative que quantitative, des propriétés physiques de l'agent utilisé. Cette

connaissance ne peut être obtenue qu'au prix d'une étude sérieuse et complète ; un Traité tel que celui-ci était donc indispensable. » A. Bc.

Rayonnement. Principes scientifiques de l'éclairage, par M. A. Blanc, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, un vol. in-16 de 212 pages, avec 35 figures. (Collection Armand Colin, Section de Physique). Librairie Armand Colin, 103, Boulevard Saint-Michel, Paris. — Prix : broché 5 francs.

La librairie Armand Colin entreprend la publication d'une nouvelle Collection embrassant les diverses branches du savoir humain et poursuivant un triple but : « 1° Fournir aux jeunes gens qui désirent apprendre un métier ou se perfectionner dans celui qu'ils ont choisi, des instruments de travail sous la forme de livres courts, et cependant complets, et dans lesquels ils puissent avoir une confiance entière ; 2° Mettre à la portée de toute personne cultivée un exposé clair et précis de toutes les connaissances jusqu'ici acquises dans les domaines les plus variés ; 3° Repandre à l'étranger la science et la culture française ».

Comme le fait remarquer fort justement M. Ch. Fabry dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage que nous analysons, « le livre de M. Blanc, qui inaugure la section de Physique est un ouvrage d'enseignement et non de vulgarisation. Il vise à instruire le lecteur plutôt qu'à le distraire ».

La première partie est consacrée à l'exposé des lois du rayonnement et embrasse le rayonnement du corps noir, le rayonnement par incandescence des corps non noirs et le rayonnement par luminescence. Outre l'influence que ces lois ont exercée, par les théories qu'elles ont fait naître, sur l'évolution de la physique au cours de ces dernières années, leur connaissance est indispensable à qui veut suivre les progrès de nos moyens d'éclairage.

L'étude des principes scientifiques de l'éclairage fait l'objet de la seconde partie du livre. Elle comprend l'exposé des méthodes photométriques, la détermination de l'équivalent mécanique de la lumière, et l'étude du rayonnement et du rendement des diverses sources lumineuses : éclairage par les flammes et manchon Auer, éclairage électrique par incandescence, arc électrique et éclairage par la décharge électrique.

« Le livre très original de M. Blanc, écrit M. Ch. Fabry, sera lu avec fruit par tous ceux qui veulent avoir une vue d'ensemble sur l'un des chapitres les plus intéressants de la Physique moderne et sur les principes qui ont conduit aux remarquables transformations d'une importante industrie. »

Nous ne pouvons que souscrire à cette appréciation.

A. Boutaric.

Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique, par J. Guiart, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, et L. Grimbert, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, 4e édition. In-16 de 1.010 pages, 548 gravures et 4 pl. en chromolithographie. J. Lamarre, éditeur, 4, rue Antoine-Dubois, Paris, 1922. — Prix, envoi franco et recommandé : 46 fr. 50, France ; 47 fr., étranger.

Les premières éditions de cet ouvrage ont remporté un tel succès auprès du monde médical et pharmaceutique, que celle que nous signalons aujourd'hui aux lecteurs de la *Revue Scientifique* se passe de tout éloge.

Malgré quelques suppressions, cette nouvelle édition se trouve, dans son ensemble, largement augmentée. Tenue au courant des perfectionnements introduits dans les diverses méthodes de recherches chimiques, microscopiques et parasitologiques appliquées au diagnostic, elle contient les procédés nouveaux qui ont été mis au point dans les laboratoires des armées pour le diagnostic rapide des maladies infectieuses : paludisme, fièvres typhoïde et paratyphoïde, diphtérie, méningite cérébro-spinale, etc.

La partie chimique a subi de nombreux remaniements et quelques additions intéressantes. Au chapitre du sang, on peut signaler : le dosage de l'urée et de l'azote amino-ammoniacal, des lipoïdes et de la cholestérine, l'établissement de la constante d'Ambard, etc. A noter, au chapitre de l'urine : la détermination de l'acidité urinaire, le dosage de l'urée par le xanthydrol, de l'ammoniaque, de l'acide β-oxybutyrique, la recherche des albumines urinaires, de l'ovalbumine, de l'acide picrique, etc. Les chapitres consacrés au suc gastrique, aux liquides pathologiques et au liquide céphalorachidien ont subi également d'intéressantes modifications.

En résumé, l'ouvrage dont nous venons de donner une rapide analyse, demeure le Guide sûr, le Manuel pratique dans lequel ne sont exposées que des méthodes précises, judicieusement choisies, ayant toutes fait leurs preuves. Appelé à rendre les plus grands services aux étudiants qui préparent leurs examens, aux pharmaciens dans la pratique même de leur profession, le « Précis de Diagnostic » de MM. Guiart et Grimbert doit, en réalité, se trouver entre les mains de tous les travailleurs dans les laboratoires de Chimie biologique. Aussi n'est-il pas douteux que l'accueil réservé à la nouvelle édition soit aussi favorable que celui rencontré par ses devancières. P. Guérin.

Les Régions géographiques de la France, par Em. de Martonne, Professeur de Géographie à la Sorbonne. In-16 de 190 pages, avec 15 figures. *Bibliothèque de culture générale*. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

Ce petit livre que publie M. de Martonne est né, nous dit l'auteur, d'une série de conférences faites en Amérique à l'Université de Columbia de New-York, puis dans la série des cours de civilisation française institués à la Sorbonne pour les étudiants étrangers.

M. de Martonne a choisi parmi les régions françaises celles qui présentaient le plus d'originalité au point de vue de leur aspect et de leurs ressources. Ce sont : Paris et la région parisienne, la Picardie et la Champagne, la Lorraine, les Vosges et l'Alsace, la Bretagne, le Limousin, l'Auvergne, les Causses, les Cévennes, le Jura, les Alpes de Savoie, le Dauphiné, la Provence, le Bassin d'Aquitaine et les Pyrénées. L. Ft.

Les Noirs de l'Afrique, par Maurice Delafosse, ancien gouverneur des Colonies, professeur à l'Ecole coloniale et à l'école des Langues orientales. In-16 de 160 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

La question des Noirs d'Afrique ne pouvait être que parfaitement traitée par le spécialiste qu'est M. Maurice Delafosse qui nous donne, dans ce petit volume de si modeste apparence, un travail consciencieux où se trouve résumée l'Histoire si complexe de l'Empire Noir. Il nous montre comment s'est peuplée l'Afrique subsaharienne, comment se sont constituées les premières sociétés nègres et comment elles ont évolué, comment se sont formés et développés les grands Etats soudanais aujourd'hui disparus.

Les longs séjours de M. Delafosse en Afrique occidentale et sa connaissance des principaux idiomes africains donnent une valeur particulière aux renseignements ethnographiques que nous regrettons trop sommaires.

Chacun des chapitres est suivi d'une très utile documentation bibliographique. L. Ft.

Travels of a consular officer in North-West China, by Eric Teichman of his Britannic Majesty's consular service in China. In-8° of 219 p. with original maps of Shansi and Kansu and illustrated by photographs taken by the author. Cambridge at the University press.

Pendant dix mois, M. Eric Teichmann a parcouru, sur une distance d'environ 4.000 milles, les provinces encore presqu'ignorées du Nord-Ouest de la Chine, le Shensi et le Kansa. Son voyage lui fut du reste grandement facilité par les autorités chinoises, ce qui lui permit de faire des observations très étendues sur les pays qu'il a traversés.

La relation de son voyage est d'autant plus intéressante qu'elle est dépouillée de tout récit accessoire n'ayant généralement d'intérêt que pour le voyageur lui-même. Relation faite sous une forme attrayante, remplie de faits importants, de descriptions géographiques précises dénotant un observateur consciencieux. Le texte est accompagné d'un grand nombre de vues photographiques qui nous présentent les régions visitées par le voyageur, sous leurs aspects les plus divers.

L'auteur est entré dans des détails assez étendus sur les danses religieuses si intéressantes ; cependant, d'une manière générale, les questions ethnographiques auraient demandé à être traitées avec plus d'ampleur.

M. Teichman en écrivant un très bon livre sur des régions encore peu connues apporte une importante contribution à la Géographie de la Chine. L. Ft

La Télépathie. *Recherches expérimentales*, par R. Warcollier, ingénieur-chimiste. Préface de M. Charles Richet. In-8° de 363 pages avec 62 figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

L'objet de cet ouvrage est une étude approfondie de la transmission de la pensée, des rêves et surtout des hallucinations télépathiques. La méthode employée par l'auteur est uniquement la recherche expérimentale : jusque dans les opinions philosophiques qu'il dégage de ses recherches, on retrouve un esprit critique affranchi de toute idée préconçue. Il estime que le problème spirite ne peut être abordé qu'après l'étude complète du problème télépathique, le premier dépendant étroitement du second. L. Ft.

La Fonte. Travail et élaboration par le colonel Jean Rouelle. In-16 de 190 pages avec 29 figures. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

L'auteur, un spécialiste qui a passé une grande partie de sa carrière dans les usines métallurgiques, expose les principes fondamentaux et les points les plus importants du travail de la fonte. Il a évité de surcharger son texte de détails et de termes trop techniques, de façon à le mettre à la portée des lecteurs qui ne possèdent, en chimie, que des connaissances élémentaires.

Très bien documenté, malgré sa concision, ce petit livre intéressera les jeunes gens qui désirent entrer dans l'industrie métallurgique. L. Ft.

Malterie et Brasserie, par Eugène Boullanger, Sous-Directeur de l'Institut Pasteur de Lille, *deuxième édition*, 2 vol. in-16 de 688 pages avec 218 figures. J. B. Baillère et Fils, 19, rue Hautefeuille, Paris. — Prix : 20 francs.

Tous les lecteurs de la *Revue Scientifique* qui s'intéressent aux industries de fermentation connaissent l'excellent ouvrage de M. Boullanger. Ils en ont certainement apprécié à la fois la valeur scientifique et l'importance pratique. Il nous suffira donc, en leur présentant cette nouvelle édition, de leur signaler les nouvelles améliorations dont elle a été l'objet.

M. Boullanger a eu l'heureuse idée de développer de nombreux sujets qu'il n'avait pas traité aussi complètement qu'il l'aurait voulu dans la première édition et il a été amené à consacrer aux industries de la malterie et de la brasserie deux volumes au lieu d'un. En outre, il a réduit les notions de chimie biologique et de microbiologie à l'étude des seules questions intéressant particulièrement les brasseurs de manière à pouvoir traiter celles-ci aussi largement qu'elles le méritent et en tenant compte des dernières acquisitions de la science. C'est ainsi que, maintenant, les chapitres réservés à la fermentation alcoolique et à la saccharification diastasique de l'amidon ne comportent pas moins de 46 et 20 pages.

Le premier volume comprend l'étude de la malterie, puis celle de la brasserie, jusqu'à la phase de refroidissement du moût. Le second volume traite de la fermentation de la bière, des accidents de la fabrication et du contrôle chimique et microbiologique. L'ouvrage ainsi remanié se termine par un important chapitre sur la composition et la préparation des hydromels.

Nous n'avons pas besoin de souligner l'intérêt d'un livre comme celui-ci pour les brasseurs, les hygiénistes, les chimistes des industries de fermentation ou de la répression des fraudes et les élèves de nos grandes écoles d'agriculture ou de chimie appliquée ; ils ne sauraient se documenter à meilleure source. Mais, par contre, nous tenons à en recommander la lecture à tous les étudiants — même médecins ou vétérinaires — qui voudraient se consacrer à l'étude approfondie de la chimie biologique et de la microbiologie ; on ne connaît vraiment bien les fermentations et les actions diastasiques qu'après avoir appris comment l'industrie met à profit les faits découverts au laboratoire.

A. Berthelot.

Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre par Aug. Chevalier. In-8° de 72 pages. Publié par le Laboratoire d'agronomie coloniale du Muséum de Paris. — Prix : 5 francs.

M. Chevalier a envisagé la question avec les idées larges d'un voyageur qui a compris l'utilité de coordonner les études du pommier sous tous les climats, de rechercher des variétés et de les créer au besoin. D'excellentes notes sur les essais d'introduction des pommiers dans nos colonies gardent la valeur d'idées personnelles originales et d'observations sur place.

M. A Chevalier demande qu'on étende le plus possible les recherches sur le pommier par l'entretien de stations confiées à des savants aussi bien qu'à des praticiens. Là est la vraie voie que de nombreux pays étrangers nous ont montrée et que nous avons nous même préconisée pour un autre arbre de France, le Noyer. L. R.

Les huiles végétales, par H. JUMELLE, Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. 1 vol. in-16 de 496 pages avec 125 figures (*Encyclopédie industrielle*). Baillière et Fils, Paris. — Prix : 15 francs.

Ce petit livre, essentiellement pratique, rendra les plus grands services à toutes les personnes qui s'intéressent à la chimie, à l'industrie, à la production et au commerce des corps gras végétaux. Il leur suffira d'en parcourir quelques pages pour se rendre compte qu'il constituera pour elles un vade-mecum indispensable où elles trouveront rassemblés des renseignements épars jusqu'à ce jour dans de multiples publications françaises et étrangères, en même temps qu'un bon exposé des procédés industriels modernes.

Les industriels qui extraient ou utilisent les huiles végétales et les colons qui ont à récolter ou à préparer pour l'exportation les fruits et les graines oléagineuses ont sans cesse besoin d'indications précises portant sur l'origine botanique des divers corps gras, sur les contrées où croissent les plantes productrices, sur les diverses méthodes de récolte, sur les procédés indigènes ou européens de préparation, sur les caractéristiques et usages des substances grasses végétales, sur les applications éventuelles dans l'alimentation, la savonnerie, la stéarinerie, la peinture, la fabrication des vernis, etc... des produits qui ne sont pas encore d'un usage courant. Toutes ces indications, ils pourront les puiser dans le livre, écrit à leur intention, par un savant dont l'autorité est reconnue de tous les spécialistes. Cet ouvrage a certainement coûté beaucoup de peine à M. Jumelle qui, grâce à la riche collection du Musée Colonial de Marseille, a complété ou revisé l'étude de beaucoup d'huiles d'origine douteuse. Les chimistes, botanistes, explorateurs, agronomes, industriels, colons et importateurs, à qui ce livre s'adresse, seront reconnaissants à l'auteur de les avoir fait profiter de sa grande expérience et de leur avoir donné le guide, l'instrument de travail, dont ils ont si vivement déploré l'absence. En comblant une importante lacune de notre littérature technologique, M. Jumelle n'a pas seulement fait œuvre scientifique, il a travaillé utilement pour l'avenir de nos colonies et de notre industrie.

A. B.

Forest Products. Their manufacture and use, par NELSON COURTLAND BROWN. 1 vol. in-8°, relié de 471 pages avec 120 figures J. Wiley and Sons, New-York et Chapman and Hall, 11, Henrietta Street Covent Garden, London, W. C. 2. — Prix : 24 sh.

D'éminents sylviculteurs américains venus en France pendant la guerre, ont reconnu qu'ils avaient beaucoup à y apprendre au point de vue de l'exploitation des forêts et de l'économie forestière, mais il est incontestable que, de notre côté, nous pourrions dans bien des cas, tirer avantageusement parti des méthodes industrielles et commerciales employées pour exploiter les produits des immenses forêts des Etats-Unis. A cet égard, on ne saurait recourir à une meilleure source de renseignements que l'ouvrage de M. N. C. Brown. En effet, à part ce qui concerne les bois de construction, on y trouve l'étude, sommaire en raison de la variété des sujets, de l'industrie de la pulpe et du papier de bois, de l'extraction des matières tannantes, la distillation du bois, de la fabrication du charbon de bois, de l'industrie résinière, de la tonnellerie, de la fabrication des placages, des caisses, des traverses, des poteaux, des boisures de mines, du commerce du bois de chauffage, de l'industrie du sirop et du sucre d'érable, de l'extraction du caoutchouc, de l'exploitation du liège et des bois tinctoriaux etc.. Toutes ces questions sont traitées avec une grande abondance de renseignements statistiques et d'indications bibliographiques qui seront certainement très appréciés, de même que l'excellente illustration de cet ouvrage, des nombreux lecteurs que ce livre trouvera sans aucun doute parmi les personnes s'intéressant au développement de nos industries forestières.

A. B.

Le contrôle ouvrier sur la gestion des entreprises, par ROGER PICARD, agrégé des Facultés de droit. In-16 de 226 pages. Rivière, éditeur, Paris.

Une idée-force semble pousser les milieux ouvriers, celle du contrôle qu'on peut définir exactement : la participation des ouvriers à la gestion des entreprises, soit le partage du pouvoir de décider avec le patron, soit d'avoir voix consultative et délibératrice dans les conseils directeurs de l'entreprise. En adoptant cette attitude la classe populaire a un but désintéressé, encore que le progrès matériel en découle; partager l'autorité avec le patron, être son associé et non sa machine. Pareil progrès se peut envisager comme un stade normal de l'évolution des peuples qui est dans la réalité du domaine politique, puisqu'au gouvernement de droit divin a succédé la participation du peuple (royauté constitutionnelle, démocratie). De la sorte il n'y aura plus ni intervention absolue du patron d'une part, ni intervention de l'Etat collectiviste d'autre-part.

Il ne doit pas y avoir de participation aux bénéfices sans contrôle, a écrit M. Albert Thomas. L'Angleterre, l'Amérique adoptent ce principe sous certaines modalités. En France la résistance est fort vive de la part des Chambres, de la part du patronat, en dépit de quelques essais tentés durant la guerre. La loi de 1917 a bien posé le principe du contrôle par les ouvriers, en permettant aux sociétés anonymes de créer des actions de travail. Mais, comme de beaucoup de lois adoptées rapidement on a pu dire que la conclusion dégagée des principes est inopérante.

L'auteur passe en revue les institutions des législations étrangères dans cette voie, celles de l'initiative privée. Le contrôle ouvrier apparaît comme plus juste à certains patrons, comme plus rémunérateur à d'autres. Il est difficile de s'entendre sur la question de savoir jusqu'à quel point s'exercera le contrôle. Il faut déterminer sous quelles formes il s'exercera et son rôle en face des Syndicats d'ouvriers. Il ne se confond en effet, ni avec le contrat collectif de travail, ni avec la socialisation ou nationalisation des entreprises. Tout au contraire il peut apparaître comme un instrument de paix sociale, l'ouvrier trouvant, par sa réalisation, satisfait un besoin de justice et améliorée sa condition, le patron ayant un personnel plus stable à l'abri des grèves, un travail plus rémunérateur.

Louis BATCAVE.

La lutte pour le pétrole et la Russie, par PAUL APOSTOL, docteur ès-sciences économiques, et ALEXANDRE MICHELSON, professeur agrégé de science des Finances. (*Bibliothèque du Bureau Economique Russe.*) Payot, éditeur, Paris. In-8° de 217 pages. — Prix : 8 francs.

L'invention du moteur à combustion lente, le développement croissant de l'automobilisme et de l'aviation, le mazout remplaçant la houille dans la marine, ont mis au premier plan la question de l'approvisionnement des grandes puissances en pétrole. Le développement économique, militaire et politique d'un pays dépend de la solution de ce problème « condition né-

cessaire de toute stratégie,. condition nécessaire de la victoire » (Henry Bérenger) ; qui l'a procurée aux alliés (lord Curzon, ministre de la guerre, 21 novembre 1918). Trois groupements puissants dominaient le marché avant la guerre : la Stendard oil américaine, la Royal Dutch-Shell anglaise ; l'Europaïsche Petroleum Union allemande. Participant aux deux dernières, la Russie balançait la production des Etats-Unis qu'elle avait même dépassée (1897-1901). Elle avait développé son exploitation, mais l'emprise des Bolcheviks sur ses mines a fait baisser de 50 % la production du naphte.

La Russie a été richement dotée par la nature avec ses régions principales: Bakou donnant, en 1916, 79.2 % de la production totale du pays ; Grosny passant de 73,7 millions de pouds (le pouds = 16 kg 1/2) en 1913, à 102,7 ; l'Oural et quatre groupes de régions secondaires, en négligeant ici les régions insuffisamment explorées jusqu'à ce jour. Une cause d'infériorité provient de ce que l'Etat russe possède la majeure partie des terrains naphtifères et montre moins de souplesse que ses concurrents américains dans l'exploitation, la recherche des débouchés extérieurs, a une politique fiscale défectueuse à ce sujet.

L'industrie a eu à subir une cause de dépréciation fâcheuse du fait du nouveau régime politique. A Bakou notamment la moyenne mensuelle de 1916 est de 39.7 millions de pouds, et tombe à 16,5 d'avril à juillet 1918 avec le bolchevisme, à 11,2 en août, à 5,7 en septembre. Mais les Rouges doivent partir pour revenir en avril 1920 et en février 1921 on est à 8 millions de pouds. Les bolcheviks jettent le cri d'alarme. Mais la main-d'œuvre ou fait défaut, ou est de mauvaise qualité. Or, l'industrie du pétrole est primordiale pour la prospérité de la Russie qui, de par ses anciennes réserves, peut devenir un facteur important sur le marché mondial. Il lui faut, pour atteindre ce but, un régime politique stable, inspirant confiance aux capitaux étrangers sans être toutefois assujetti à des trusts venus d'au dehors. L'industrie pétrolifère russe doit garder, envers le marché mondial, le caractère d'un facteur indépendant.

Certaines des constatations de MM. Apostol et Michelson se trouvaient dans la brochure de M. Aldebert parue en 1920 et illustrée de gravures représentant l'état des puits. Les conclusions en sont les mêmes. Le régime des Soviets a considérablement réduit la production.

Louis Batcave.

Agenda Lumière-Jougla 1922. 1 vol. 10×15 cm. de 508 pages, avec figures. Editeurs, Union photographique industrielle, 82, rue de Rivoli, Paris, et Lyon-Monplaisir, et Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. — Prix, cartonné : 3 fr.

Sous un format commode et pour un prix très modique, ce recueil offre aux photographes une foule de renseignements pratiques. D'abord, des renseignements généraux : poids et mesures, monnaies ; tableaux des circonférences, surfaces, carrés, cubes, racines carrées et racines cubiques de 1 à 100 ; dimensions des cartons et papiers. Puis,des documents physiques (densités, rapports des degrés Baumé et Cartier, points de fusion et d'ébullition, mélanges réfrigérants, pouvoirs réflecteurs, indices de réfraction), des documents chimiques (poids atomiques, solubilités, conservation des produits, propriétés des principaux corps usités en photographie, poisons, symptômes de l'empoisonnement et contrepoisons) et des documents photographiques : constantes des objectifs, formules et calculs d'optique, évaluation du temps de pose, etc.

Les pages suivantes constituent un formulaire très substantiel, soit pour la photographie en couleurs par les plaques autochromes, soit pour la photographie monochrome, sur verre, sur pellicules et sur papier.

E. C.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Gaston Bonnier. — Histoire naturelle de la France, 26e partie. Technologie. Zoologie appliquée. In-16 de 256 pages avec 115 figures. Deyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

City of New-York. — American Museum of natural history. Fifty-Third annual Report for the year 1921. In-8° de 200 pages avec figures.

Norman Robert Campbell. — Modern electrical theory. Supplementary chapters. Chapter xv. Series Spectra. In-8° de 110 pages. Cambridge University Press. — Prix : 10 sh.

Lambert. — Statistique des engrais et produits chimiques destinés à l'agriculture. Vol II, in-8° de 344 pages. Bureau d'études économiques industrielles et agricoles, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

A. Penouard. — L'industrie textile. Le Lin. Dictionnaire des termes techniques français-anglais-allemand-italien. (*Guides techniques Plumon*). In-16 de 565 pages avec 105 figures. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

L. Hackspill. — L'Azote. La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel (*Encyclopédie Léauté*). In-16 de 284 pages avec 32 figures. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 14 francs.

A. Conduché. — Les Progrès de la métallurgie du Cuivre (*Encyclopédie Léauté*). In-16 de 254 pages avec 26 figures. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 14 francs.

H. de Graffigny. — Les Electro-Aimants et les bobines d'induction. In-8° de 200 pages avec 116 figures. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

M. Pasquier. — Le Principe de la relativité et les théories d'Einstein. In-16 de 508 pages avec 37 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Chapel. — Ether. Electricité. Relativisme (Conférence du 22 mars 1922, à Paris). In-16 de 40 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 2 fr. 50.

Daniel Berthelot. — La Physique et la métaphysique des théories d'Einstein. In-16 de 46 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 2 francs

Esclanger. — Les preuves astronomiques de la relativité. In-8° de 26 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 2 francs.

Maurice d'Ocagne. — Vue d'ensemble sur les machines à calculer. In-8° de 68 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

J. Duclaux. — Les Colloïdes, 2e édition. In-16 de 305 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 13 — 60e ANNÉE — 8 JUILLET 1922

ALFRED GRANDIDIER (1836-1921)

Lorsque, en 1864, Alfred Grandidier, miné par la maladie et les fatigues de ses explorations dans l'Inde et à Ceylan, prit, à Bombay, passage sur une frêle goëlette à destination de Zanzibar, ce voyageur, déjà rompu à toutes les nécessités de sa vocation, espérait trouver dans l'hémisphère sud bien plutôt le rétablissement de ses forces physiques que le champ immense de découvertes qui allait fixer son destin et assurer sa gloire.

Le but du voyage était La Réunion. De rares occasions existaient alors pour se rendre de la côte orientale d'Afrique aux Mascareignes et des mois passèrent avant qu'un navire s'offrît pour accomplir la traversée projetée. Notre compatriote utilisa ce délai à recueillir dans l'île même de Zanzibar et sur le continent tout proche d'abondants matériaux zoologiques, botaniques, ethnographiques ainsi que des notes intéressant tous les domaines de la géographie et des sciences naturelles.

Au cours d'une aventureuse excursion en mer, entreprise pour vérifier des données jugées insuffisantes, l'embarcation chavira et l'un de ses deux compagnons, M. Hill, périt tandis que l'autre put regagner Zanzibar après 7 heures d'efforts désespérés. M. Alfred Grandidier, très bon nageur lui aussi, dut à sa vigueur physique de pouvoir atteindre un îlot désert sur lequel, après une nuit glaciale, il fut recueilli fortuitement par des pêcheurs.

Dès lors, il semble qu'une force mystérieuse et irrésistible travaille pour que la Grande Ile retienne à soi et accapare toute l'activité du jeune savant. C'est à partir de ce moment, en effet, qu'Alfred Grandidier s'orientera définitivement vers elle et lui consacrera, plus d'un demi-siècle durant, toute sa belle intelligence et son inlassable labeur.

***

Formé à la forte discipline scientifique du Collège de France, Alfred Grandidier avait eu comme initiateur et mentor, lors de son premier voyage en Amérique, l'illustre Janssen. Car, il est bon de le rappeler, avant de se spécialiser « malgache », Alfred Grandidier, né le 20 décembre 1836, avait, en 1860, déjà effectué plusieurs voyages d'exploration dans les deux Amériques. Il avait plusieurs fois franchi les Cordillères, circulé dans toutes les directions entre Santiago du Chili et Buenos-Ayres, exploré les régions minières et les sylves encore vierges du Pérou, de la Bolivie et du Brésil.

C'est en 1863 qu'il reportait son activité et son zèle pour l'avancement des sciences géographiques vers la péninsule indienne où il se donna le temps d'étudier le brahmanisme ainsi que la langue sacrée de la littérature bouddhique du sud, le pâli.

C'est donc possesseur déjà d'un considérable bagage scientifique et littéraire, qu'Alfred Grandidier abordait Bourbon vers la fin de l'année 1864.

Grâce à l'excellent climat des hautes plaines

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

qu'il trouva aux stations édéniques de Cilaos et de Salazie, notre voyageur recouvrait bientôt l'intégrité de ses forces et la volonté, plus ferme que jamais, d'entreprendre de nouvelles randonnées vers des régions inexplorées ou encore mal connues.

L'occasion s'offrit bientôt à lui de voguer vers Madagascar, qu'il supposait avoir livré tous ses secrets, mais son premier contact avec cette île aux dimensions considérables lui prouva, au contraire, que la fantaisie et l'imagination chez maints prédécesseurs avaient nui à la précision scientifique.

Débarqué à La Pointe-à-Larrée, en face de notre vieil établissement de l'île Sainte-Marie, quelques semaines d'excursions dans l'intérieur et sur la côte, en direction de la baie d'Antongil, suffirent à lui démontrer la faiblesse d'un ouvrage fort prisé à cette époque (1).

Son auteur y avait joint une carte « rédigée d'après ses propres connaissances et itinéraires ». Or, les premières constatations d'Alfred Grandidier lui démontraient qu'en topographie, notamment, tout y était à reprendre. En outre il constatait bientôt que la flore et la faune revêtaient des formes parfois si singulières qu'en dépit de sa proximité de l'Afrique, la Grande Ile s'apparentait plutôt à l'Asie, donnant à supposer qu'elle avait pu jadis faire partie d'un vaste continent analogue à ce qu'est, de nos jours, l'Australie elle-même.

Dès cet instant une immense tâche s'imposait à l'ardeur scientifique de notre compatriote qui résolut d'y consacrer sa vie.

On était alors en difficultés avec le gouvernement hova à propos de la liquidation de la *Compagnie de Madagascar*, fondée par Lambert avec l'appui du gouvernement impérial. Le roi Radama II l'avait bien lui-même patronée mais, outre qu'il fut assassiné peu après dans son palais, le parti vieux hova s'étant emparé du pouvoir, le 12 mai 1862, non seulement les arrangements d'un traité récent étaient systématiquement méconnus mais tout ce qui était français était devenu suspect. Les gouverneurs et agents politiques de l'autorité centrale avaient pour consigne de soulever mille difficultés à quiconque essayait d'entreprendre sur les côtes quelque étude que ce fût, et les populations elles-mêmes étaient incitées à résister par tous les moyens aux tentatives, même pacifiques, des blancs pour se créer des intérêts ou acquérir des connaissances nouvelles sur des régions que l'on préférait soustraire à leurs investigations.

Accusé d'espionnage et menacé de représailles qui faillirent tourner parfois au tragique, A. Grandidier, condamné à ne pas s'éloigner des sentiers battus, n'en trouva pas moins l'occasion d'étudier l'anthropologie et les dialectes, sujets d'autant plus intéressants que maintes races sont venues, à des époques différentes, se juxtaposer et se fondre dans cette île, grande à elle seule comme un petit continent.

Au fur et à mesure que se dressaient devant lui les difficultés et les dangers, la volonté du jeune savant s'en trouvait comme stimulée et plus résolue. Si barbare et mal accueillante qu'elle se montrât à lui, n'avait-elle pas, cette île colonisée par des Français dès avant le XVII^e^ siècle, de suffisants titres à son amour ?

Empêché d'aller au-delà de la zone côtière, Alfred Grandidier n'en sut pas moins faire œuvre utile dans le cercle, si restreint qu'il fût, de ses observations premières. De ses longues méditations il dégagea la formule du parfait explorateur en étudiant la langue, les mœurs, l'histoire et les usages des habitants. Il devait plus tard, grâce à ce noviciat, prouver qu'en prenant pied ainsi dans le pays, ces études préliminaires sont indispensables à qui veut voyager avec fruit et sécurité. Avec fruit en ne surchargeant pas son bagage de collections inutiles ; avec sécurité en respectant les idées et jusqu'aux préjugés des peuples avec lesquels on doit entrer en rapport et dont il est par conséquent habile de calmer les méfiances.

Que de voyageurs ont succombé victimes de leur ignorance ou de leur mépris de ces principes élémentaires !

***

La politique antifrançaise de la reine Rasoherina s'opposant à ce qu'Alfred Grandidier s'écartât d'une zone décidément trop étroite, il se résolut à tourner l'obstacle et à commencer la série de ses explorations par le côté le plus ingrat. Il songea à aborder Madagascar par l'extrême-sud, à 40 lieues du point où, un peu plus de deux siècles auparavant, Pronis avait vu fondre en peu de mois, sous l'hostilité du climat doublée de celle d'indigènes à demi sauvages, une garnison de quelques centaines d'Européens.

(1) *Voyage à Madagascar et aux Iles Comores* (1823 à 1830) par B. F. Leguével de Lacombe, précédé d'une notice historique et géographique sur Madagascar par M. Eugène de Froberville, Membre de la Société de Géographie, avec un atlas de huit vues et costumes dessinés par V. Adam et 2 cartes géographiques. 2 Vol. in-8, Paris 1840.

Ici l'autorité de la Reine était méconnue et l'on pourrait sans doute, à grand renfort de ménagements et de diplomatie, éviter, ou tout au moins atténuer, les risques et les obstacles ayant rendu inaccessible ou intenable à tant de prédécesseurs une région qui est, de toutes, la plus singulière et la plus passionnante à étudier.

Ayant pris passage à Saint-Denis sur la goëlette l'*Infatigable,* Alfred Grandidier touchait, le 10 juin 1865, à Fort Dauphin où il put contempler avec mélancolie les vestiges des établissements et du réduit sur lequel, deux siècles auparavant, Flacourt avait hissé les couleurs de la France, remplacées maintenant par le pavillon blanc et rouge de l'arrogante Rasoherina qui s'intitulait reine de Madagascar (1).

Après les difficultés éprouvées sur la côte betsimisaraka c'était pour lui un nouveau motif de pousser encore plus au sud. Là du moins les Hova dominateurs n'avaient jamais pu venir à bout de l'hostilité des Antandroy et Mahafaly âprement résolus à conserver pour eux seuls une terre marâtre sur laquelle d'autres qu'eux ne sauraient d'ailleurs trouver à subsister. C'est pourtant en un semblable pays qu'Alfred Grandidier, sans escorte et presque désarmé, devait réussir, après quelques jours de négociations, à s'imposer par le haut prestige de sa personne et la correction parfaite de ses procédés.

L'*Infatigable* mouillait donc le lendemain, 11 juin 1865, dans une baie foraine et peu sûre offrant aux navires de faible tonnage un mauvais ancrage à deux milles et demi du cap Sainte-Marie. Quelques instants après, Alfred Grandidier s'était fait débarquer au pied des grandes dunes mouvantes qui forment glacis vers la mer avec une inclinaison de 60 degrés et dont il faut atteindre le sommet, à 132 mètres d'altitude, pour découvrir devant soi l'immense plaine aride de l'Androy. C'est là, au débarqué, qu'il fit la connaissance d'un roi en haillons, le vieux et famélique Tsifanihy, entouré d'une centaine de guerriers presque complètement nus et qu'il n'hésitera pas à suivre, le lendemain, dans sa capitale composée d'une dizaine de huttes misérables encerclées de nopals, à cinq heures de marche dans l'intérieur.

Jamais homme à visage blanc n'avait pénétré, seul, aussi loin dans ce désert que M. Grandidier trouve plus triste encore que ceux de l'Egypte et de l'Arabie !

A quarante-cinq ans de distance, il me fut donné de circuler dans ces mêmes régions désolées, en pleine période de famine, et si Tsifanihy en était absent, combien semblables à Tsifanihy et à ceux qui l'entouraient étaient les Antandroy auxquels j'eus affaire moi-même ! Ayant en main, comme un bréviaire, la relation originale d'Alfred Grandidier sur son « excursion » dans la région australe de Madagascar (1) je pus me convaincre que tout ce qu'avait dit et observé l'illustre Maître était resté la vérité d'aujourd'hui et je mesurai par la pensée de quelle énergie devait être animé ce précurseur audacieux pour s'exposer ainsi, à une pareille époque, loin de tout secours possible, au milieu de peuplades rapaces et misérables, enclines par là même aux pires violences pour satisfaire leurs convoitises.

Mais Alfred Grandidier, par le prestige de sa haute stature et tout ce qui se dégageait en lui de noble et de supérieur, par la confiance sereine que ses moindres gestes traduisaient, était, dès l'abord, regardé comme un dieu par ces sauvages rebelles à toute règle. Dans leur naïveté de primitifs n'allaient-ils pas jusqu'à demander au prestigieux Raondria (2) de faire pleuvoir dans ces régions de sécheresse et de soif ?

Tandis que son attitude digne et généreuse, le respect profond qu'il imposait à tous, sans menaces ni violences, valaient à notre compatriote d'être à peu près libre de tous ses mouvements, ne souffrant parfois que de l'indiscrète curiosité de ces primitifs attroupés autour de lui pour rassasier leur vue du spectacle inaccoutumé que leur offrait ce Vazahabe (3), lui, tout à ses recherches, fouillait les solitudes, dormant les nuits froides à même le sol, roulé dans ses couvertures, n'ayant de soins et de soucis que pour les plantes nouvelles qu'il ajoutait à son herbier et les animaux qu'il préparaît pour les remporter sur sa goëlette, trésors inestimables que, pour beaucoup d'entre eux, il était le premier à décrire et identifier.

Au milieu de ces populations misérables et affamées, Alfred Grandidier, faiblement pourvu de riz, se met à manger comme elles ces fruits fades que sur nos côtes méditerranéennes on appelle figues de barbarie ; comme elles aussi il boit l'eau bourbeuse des rares mares trouvées sur son passage. Mais pour cet apôtre de la science et de la civilisation, combien sont né-

(1) La tentative dont il s'agit eut lieu en sept. 1642 à S^{te} Luce, au Nord du Fort Dauphin.

(1) *Madagascar*. Une excursion dans la Région Australe Chez les Antandroïs par Alfred Grandidier. Extrait du Bulletin de la Société des Sciences et Arts de l'Ile de La Réunion. Année 1867. Saint-Denis. Réunion.

(2) Terme de respect par lequel les populations du Sud de Madagascar désignent leurs plus grands chefs.

(3) Litt^{l}. Le Grand Etranger.

gligeables ces inconvénients en comparaison de la moisson précieuse qui, chaque jour, augmente le poids de son bagage!

De ce premier raid, prélude de tant d'autres, Alfred Grandidier rapportera son *Coua Verreauxi,* variété de coucou spéciale à ces régions, une nouvelle espèce de bec fin, *Prinia Chloropetoïdes,* et un lémurien d'une blancheur immaculée, à face nue d'un beau noir avec calotte marron, qu'il dénomme le *Propithèque de Verreaux.* Parmi les insectes il a pu capturer plusieurs lépidoptères aux brillantes couleurs dont l'*Anthocaris Zoé,* aux ailes supérieures d'un pourpre violacé, plusieurs reptiles d'un genre très curieux et des quantités de specimens botaniques totalement ignorés jusqu'alors.

Après cinq jours de randonnées fructueuses pour la science, Alfred Grandidier regagnait la côte, dont il s'était éloigné d'une dizaine de lieues, se promettant de revoir ce pays aride et plat qui, avec ses steppes de sable et sa végétation très spéciale, lui avait rappelé les provinces du Nord de Ceylan et la partie occidentale de Java.

***

Du Cap Sainte-Marie, Alfred Grandidier se dirige vers l'Ouest et s'arrête à Masikoro passant ainsi du pays Karimbola de Flacourt à celui des Mahafaly. Quelques déplacements à l'intérieur lui font découvrir les ossements fossiles de trois variétés d'Æpyornis, ce grand oiseau coureur qui pondait des œufs de dix litres de capacité! Il remonte la côte jusqu'à Saint-Augustin, touche à l'îlot de Nosi-Ve successivement occupé par les Portugais, les Hollandais, les Anglais et, en dernier lieu, utilisé par les traitants mauriciens et bourbonnais qui viennent dans ces parages faire le troc avec les Vezo marins et les nomades mahafaly, auxquels ils apportent alcool, poudre, fusils, pierres à feu, verroteries, cotonnades en échange de l'orseille (1) des tortues vivantes dont la chair est très recherchée aux Mascareignes, et des bœufs dont on salait la viande sur place avant de l'exporter à Saint-Pierre, Saint-Denis (Réunion) ou à Port-Louis (Maurice).

Mais l'activité d'Alfred Grandidier est surprenante : de juin à novembre de cette même année il trouve le temps de redescendre vers le sud la côte mahafaly où il découvre le grand lac « dépourvu de dauphins » Tsimanampesotse, qui, dans le temps où il communiquait avec la mer et où ses eaux étaient moins salées s'appelait, au contraire, le Sihanapesotse « le lac aux dauphins », sihanaka étant, ici comme jadis dans la région du lac Aloatra (Antsihanaka), le terme courant pour désigner les grandes nappes d'eau par opposition aux ranovory qui sont les aiguades de moindres dimensions.

L'exploration de ces pays peu sûrs, aux populations revêches et jalouses de leur indépendance, n'allait pas sans soulever parfois de réelles difficultés. Mais qu'importe! Grandidier ne se contente pas des récits qu'il est déjà à même de recueillir de la bouche des indigènes, il veut voir et vérifier sur place, s'assurer que ce qu'on lui a dit existe réellement et il se risque sans hésitation jusqu'au cœur du pays avec son fidèle interprète Cravate qui l'accompagnera désormais partout et qu'en 1910 j'ai retrouvé vivant d'une modeste pension au village de Mahavatsy, près Tuléar. Que de larmes attendries dans les yeux de ce vieillard cassé tout vibrant de fierté au seul nom vénéré de son ancien maître, le grand explorateur Alfred Grandidier !

Remontant la vallée de l'Onilahy ou rivière Saint-Augustin jusqu'au milieu des républiques des Antanosy émigrés, chassés de la côte sud-orientale par leurs oppresseurs hova, Alfred Grandidier recueille sur l'ethnographie locale des données absolument nouvelles et, le premier, signale au point de vue géologique le secondaire comme formant la plus grande partie du sud-ouest de l'île.

L'obligation de renouveler une partie de son matériel scientifique et le manque d'instruments absolument nécessaires à la poursuite de ses observations, lui dicta bientôt de rentrer en France d'autant plus que le butin qu'il avait constitué en spécimens d'histoire naturelle de toute sorte commençait à être considérable et exposé à des détériorations.

Devenu fort opportunément le frère de sang de Lehimeriza, roi du Fiherenana, Alfred Grandidier s'était tiré sans trop d'encombre de bien des mauvais pas grâce à cette parenté de pure convention obtenue à la suite d'une cérémonie qu'il ne saurait être question de décrire ici mais qui ne manque ni de pittoresque ni d'une certaine solennité.

Après un second séjour à Tuléar, le Fitolia ou, plus simplement, le Tolia des Vezo, et la découverte à Ambolisatra, sur le bord de la baie de Ranobe, d'un important gisement d'ossements

(1) Lichen donnant une belle teinture pourpre, aujourd'hui peu recherché à cause de la concurrence des couleurs d'aniline.

fossiles où se trouvent mélangés des débris d'hippopotames, d'æpyornis, de grands lémuriens et de tortues géantes, parmi lesquels deux des premiers et trois des seconds étaient encore inconnus, Grandidier, toujours dans l'intention de rentrer en France, suit la côte ouest, jusqu'à Morondava, rectifie sur la carte la place exacte de l'embouchure du Mangoky, placée vingt milles trop au nord, et, grâce à quelques raids qu'il ose en diverses directions de l'intérieur, rapporte avec lui notes, observations et descriptions originales sur les mœurs, les dialectes et l'histoire de peuplades se disant dans leur ensemble toutes sakalava, mais au milieu desquelles se rencontrent des îlots tels que ceux des Talaotra, Makoa, Vazimba et Behosy, dont les attaches africaines sont indéniables.

Après quelques mois passés en France et utilisés à la mise au point de ses travaux, à la classification de ses collections, Alfred Grandidier, accueilli et fêté dans tous les milieux intellectuels et scientifiques, quitte Paris le 9 novembre 1867 amplement pourvu de moyens pour mener à bien toutes ses recherches. Et, dès lors, les vieux de Tamatave pouvaient prédire qu'ayant bu, lui aussi, l'eau de Manangareza, il serait désormais indissolublement attaché à Madagascar. Et c'était bien, en effet, le cas! L'avenir va se charger de le démontrer.

*
* *

Débarqué sur la côte orientale, Alfred Grandidier consacre plusieurs semaines au pays antaimorona où de nombreux vestiges d'immigrations arabes subsistent. Il est assez heureux pour obtenir quelques-uns de ces *sorabe* écrits en arabico-malgache et que les indigènes regardent comme leurs titres nobiliaires les plus sacrés ; il rectifie les positions des nombreux cours d'eau qui arrosent et fertilisent une région très peuplée, depuis Farafangana jusqu'à Fort Dauphin, et, cette tâche étant accomplie, il regagne la côte opposée, renoue son alliance avec le roi masikoro Lehimeriza et effectue le premier levé sérieux du port de Saint-Augustin, à l'embouchure de l'Onilahy.

Au mois de février 1869, il est en plein Menabe où il effectue avec une patiente minutie le levé, très mal opéré jusque-là, d'une bonne partie de cette côte peu accueillante aux étrangers, y inscrivant pour la première fois nombre de villages et d'accidents topographiques.

Dans les forêts qui couvrent la zone maritime il se livre à des recherches botaniques au cours desquelles il découvre 3 baobabs nouveaux (Adansonia Grandidieri, A. Madagascariensis et A. Za) ainsi qu'une seconde espèce de Sapindacée cactiforme (Didiera), la première ayant été trouvée par lui aux environs de Tuléar.

En cette même campagne notre infatigable explorateur relève le cours inférieur de la Mania, rivière qui, après avoir arrosé le pays betsileo, se fraie un passage dans la vaste plaine sakalave en un lit tout peuplé de crocodiles et si dangereux par cela même que les autochtones l'ont dénommée tantôt Tsitsobohina (où l'on ne plonge pas), tantôt Tsirobohina (où l'on ne s'immerge pas). Puis il fait de même pour le Manambolo et ces travaux de redressement l'entraînent jusqu'au cap Saint-André.

Parti pour Nosi Be, possession française depuis 1841, il goûte là un court repos avant de passer sur la grande terre. Il y visite successivement Port Radama, où sont encore les installations de la Compagnie Lambert, la baie de Narendry et l'estuaire de la Betsiboka au nord de laquelle est bâtie la vieille cité arabe de Majunga.

Entre temps de grands changements s'étaient produits à Tananarive. La reine Rasoherina, morte le 1er avril 1868, avait été remplacée par Ranavalona II. Un régime moins xénophobe succédait à celui du vieux parti hova encore que Rainilaiarivony, chef de la résistance à la civilisation occidentale, restât premier ministre. Des traités avaient été signés avec les Etats-Unis et l'Angleterre. La France elle-même, après la mort soudaine et mystérieuse de son plénipotentiaire le comte de Louvières (31 décembre 1866), avait réussi, par l'énergie de son deuxième ambassadeur, M. Garnier, à imposer, le 8 août 1868, une convention autorisant les étrangers à acquérir des biens dans la Grande Ile, à y circuler librement, à évangéliser. Le moment parut donc favorable à Alfred Grandidier et, quittant Majunga, il n'hésita pas à s'enfoncer dans l'intérieur pour accomplir, le premier de tous les Européens, la prouesse d'atteindre Antananarivo par la vallée du grand fleuve Betsiboka dont le principal affluent de gauche, l'Ikopa, contourne au sud et à l'ouest la capitale du grand roi Andrianampoinimerina, à laquelle il sert de voie d'eau pour les transports par pirogue en même temps que de canal d'irrigation pour fertiliser l'immense grenier à riz qu'est la plaine Betsimitatatra.

Avec la collaboration d'un savant jésuite, le R.P. Roblet, Alfred Grandidier utilise les bonnes dispositions du moment et l'appui que lui donne

sans compter notre avisé représentant diplomatique à la cour d'Imerina, le consul Jean Laborde, pour entreprendre et mener à bien, après plusieurs années, la tâche énorme de la triangulation de l'Imerina et le levé au 1.200.000e de la carte de cette intéressante contrée, la plus peuplée de l'île.

Puis il s'aventure dans l'Ankay, remonte le Mangoro jusqu'à sa source, découvre cette mer intérieure qu'est le lac Alaotra, dont le nom malais signifie océan. Il en relève avec précision les contours et dresse la carte du pays sihanaka, semé, ainsi que l'indique son nom, de flaques et de mares, et favorable, à cause des bons pâturages qui le couvrent à l'élevage du bétail.

Ce fructueux raid accompli, Alfred Grandidier explore les régions volcaniques de l'Ankaratra et de l'Itasy, y découvre des gîtes fossilifères, prélève le premier, pour les faire analyser, des échantillons d'eaux de la source sodique bicarbonatée d'Antsirabe, puis gagne Morondava par Ambositra et Malaimbandy en suivant un sentier qu'il sera le seul à avoir parcouru de bout en bout.

Désireux de recueillir de plus précises informations sur la configuration cahotique du centre de l'île donnée jusque-là comme dotée d'une sorte de chaîne unique et rectiligne la coupant en deux versants à peu près égaux, Alfred Grandidier s'engage résolument dans les défilés et les régions désertiques, assez peu sûres à cette époque, du Bemaraha, fait une courte station a Manja et, après avoir escaladé le Bongolava, atteint Midongy, puis Fianarantsoa, seconde capitale de l'île, au cœur du pays betsileo. Descendant la falaise de l'Ankara à l'est, au travers de l'inextricable forêt, il arrive, le 39e jour, à Mananjara ayant ainsi, en moins de deux mois, (on était alors au 24 mars 1870) franchi toutes les difficultés amoncelées par la nature entre la rive du canal de Mozambique et le littoral de l'Océan Indien.

Dans cette région, au sud de Mananjara, où les Antaimorona ont conservé une si vivace tradition des immigrations arabes du XIIe siècle, notre inlassable chercheur recueille sous forme de vieux textes manuscrits, tracés en caractères arabico-malgaches, sur du papier et avec de l'encre fabriqués dans le pays, des documents fort précieux sur l'ethnographie et l'histoire. La flore et la faune lui procurent par ailleurs de quoi écrire les plus intéressants chapitres de son *Histoire Physique Naturelle et Politique de Madagascar,* monument d'une incomparable valeur, à l'édification duquel il travaillera sa longue vie durant pour en faire la plus belle encyclopédie des connaissances humaines sur la Grande Ile. Pour la rédaction de ses chapitres spéciaux, Alfred Grandidier groupe autour de lui des maîtres éminents fiers d'être les collaborateurs de son œuvre considérable. Ce sont Milne Edwards, directeur du Muséum, son prédécesseur à la présidence de la Société de Géographie, Baillon et Drake del Castillo, Filhol, de Quatrefages, le Dr Emile Blanchard et une pléïade d'autres savants moins illustres mais en passe de les égaler. A cet état-major de compétences et de technicités se joindra, plus tard, son propre fils, Guillaume, initié à son école, à sa science, à ses méthodes, qui s'engagera à son tour sur les pistes restées vierges de la Grande Ile et continuera ainsi, pour le plus grand profit de nos connaissances malgaches, la glorieuse tradition paternelle.

***

Alfred Grandidier était déjà possesseur d'inestimables collections et de notes complètes sur tous les sujets se rapportant à Madagascar, lorsque lui parvint, plusieurs mois après le commencement des hostilités, la nouvelle de la guerre franco-allemande. Laissant provisoirement là ses études, il se hâtait de rejoindre la métropole par les moyens les plus rapides et, à son débarquement, sollicitait qu'on lui désignât un poste de combat. Mais, nos désastres s'étant précipités, l'armistice le rendait peu après, le cœur déchiré, à ses occupations préférées dans lesquelles il entrevoyait avec raison un des éléments certains de rénovation pour la patrie mutilée.

En 1871, A. Grandidier publiait sa première carte complète de Madagascar et dès cet instant, bien qu'il ne dût plus retourner dans l'île, on peut dire que pas un mois ne s'écoule sans qu'une publication intéressante ne signale au monde savant l'extraordinaire fécondité de son labeur. En véritable Bénédictin, Alfred Grandidier aborde et vide tous les sujets que posaient avant lui dans cette île mal connue l'ethnographie, la philologie, la sociologie, les sciences naturelles, l'astronomie et le magnétisme terrestre, la géologie, la climatologie et jusqu'aux problèmes touchant soit au climat soit aux conditions économiques qui en sont fonction. L'histoire elle-même ne garde pour lui aucun secret. Il la fouille jusque dans ses sources les plus reculées et c'est ainsi que depuis cinquante ans aucune publication sérieuse ne peut traiter de Mada-

gascar sans faire de larges emprunts aux travaux de Grandidier dont les théories et hypothèses font autorité.

En dehors des corps savants dont les mémoires reproduisent les communications les plus retentissantes, maintes sociétés et groupements publient dans leurs revues ou périodiques des études d'Alfred Grandidier. Ce sont, en France et à l'étranger : le Bulletin de la Société de Géographie de Paris, les Annales des Sciences Naturelles, la Revue et Magazine de Zoologie, les Archives des Missions Scientifiques, The American Naturalist, The Antananarivo Annual, la Revue Scientifique, pour laquelle a été écrit cet article, les Illustred Travels, le Bulletin de la Société Economique et Sociale, le Bulletin de la Société Philomathique, le Catalogue général des Expositions du Congrès International des Sciences Géographiques de 1875 et les Catalogues de la classe XVI des expositions Universelles de 1889 et de 1900, l'Exploration, le Bulletin d'insectologie agricole, le Bulletin de la Société de Géographie de l'Est, l'Atlas Colonial de H. Mager et Ch. Bayle, les Instructions Nautiques de Madagascar, la Revue d'Ethnographie, les Comptes-rendus de l'Institut de France, la Revue historique et littéraire de l'Ile Maurice, les Archives Coloniales, le Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, les Mémoires de la Société philomathique, le Journal d'Hygiène, le Bulletin du Comité de Madagascar, la Revue de Madagascar, la Revue des Colonies et Pays de Protectorat, la Deutsche Rundschau für Georgr. und Statist., l'Economiste français, le Bulletin de la Société française des Ingénieurs coloniaux, le Bulletin de la Société Normande de Géographie, la Revue géographique internationale, Report of the Sixth international geographical Congress, les Questions diplomatiques et coloniales, le Bulletin de la Société d'Anthropologie, The Geographical Journal, le Journal officiel de la République Française et le Journal officiel de Madagascar et Dépendances, le Bulletin de l'Académie malgache, A Travers le Monde, le Bulletin de la Société d'Etudes Coloniales et Maritimes, la Revue critique de Paléozoologie, etc... L'on n'en terminerait pas si, à côté de ces publications, on voulait nommer toutes celles qui, occasionnellement, ont fait des emprunts aux travaux de notre compatriote. Les bibliophiles qui désireraient avoir une idée plus complète de l'extraordinaire activité scientifique d'Alfred Grandidier pourraient se reporter au Dictionnaire biographique international des Voyageurs et Géographes, publié sous la direction de MM. Henri Carnoy et Emile Maton. Ils seraient étonnés de constater l'universalité des connaissances de notre grand explorateur et convaincus du peu qui reste à glaner en n'importe quel domaine après un savant d'une pareille conscience et d'une semblable érudition.

Mais le grand savoir d'Alfred Grandidier ne nuisait en rien à l'urbanité simple de cet homme de cœur, accueillant à tous, prêtant volontiers son attention à quiconque venait, en passant à Paris, l'entretenir de la Grande Ile; et s'offrait à être son pourvoyeur de matériaux ou son correspondant. Et c'est ainsi qu'il conserva jusqu'à son dernier jour des rapports suivis avec ses nombreux amis de Madagascar : des hommes distingués comme les révérends pères Roblet, Colin et Camboué, le premier géodèse, le second astronome et le troisième entomologiste, furent des collaborateurs très zélés de ses travaux ; de même Mgr Cazet vicaire apostolique et son coadjuteur puis successeur Mgr de Saune, le Consul Laborde, les explorateurs et chargés de mission Catat, Maistre, Gautier et l'infortuné Muller, les naturalistes Alluaud, Baron, Sikora, Périer de la Bathie, le résident Estèbe, les missionnaires anglais Sibree et Standing, les Norvégiens Rotsvig et Jorgensen et combien de colons notables tels que Samat et Grevé, de Morondava, Guinet, de Vohémar, Garnier, de Majunga, tous heureux et honorés d'entretenir avec le grand vulgarisateur des connaissances malgaches des rapports suivis et si utiles à la science.

*
* *

Les plus enviées des récompenses et des consécrations étaient allées à Alfred Grandidier sans qu'il eût jamais fait autre chose pour les mériter que de travailler et travailler toujours.

A sa rentrée définitive de Madagascar, la Société d'acclimatation lui avait décerné sa grande médaille d'or dite prix Geoffroy Saint-Hilaire. En 1872 la Société de Géographie lui conférait elle aussi sa grande médaille d'or et, à l'occasion d'un Congrès des Sociétés Savantes, le Ministère de l'Instruction Publique lui attribuait semblable distinction. De l'Académie des Sciences, il recevait, en 1880, le prix Savigny et le Muséum, enrichi de toutes les belles collections dont il lui avait fait don, le nommait son correspondant. Les Sociétés de Géographie de Londres, Vienne, Berlin, Amsterdam, Bruxelles, etc., se faisaient gloire d'inscrire le nom d'Alfred Grandidier parmi ceux de leurs membres d'honneur et, le 6 juillet 1885, Dupuy de Lôme étant

mort, c'est lui que les suffrages de ses admirateurs et collègues de l'Institut de France appelaient à le remplacer dans la section de Géographie et de Navigation.

Sitôt après le traité du 17 décembre 1885 qui confirmait la France dans ses droits séculaires sur Madagascar, Alfred Grandidier, outre qu'il continuait ses études et la publication de son *Histoire politique physique et naturelle de Madagascar,* devint l'ami discret et souvent le conseiller de nos agents diplomatiques à Tananarive, MM. Le Myre de Vilers, Bompard, Ranchot, d'Anthoüard. etc.... en sorte que ses travaux publiés ou en cours, ses avis, souvent sollicités et toujours écoutés, concouraient en permanence à fixer dans un sens français le sort futur de la Grande Ile.

Quand les difficultés, suscitées par Rainilaiarivony à l'occasion de l'exéquatur du Consul des Etats-Unis, amenèrent la rupture avec la cour d'Imerina, rendant inévitable le recours à la force, on peut dire qu'Alfred Grandidier devint par ses informations d'ordre topographique et cartographique, ses itinéraires, sa sûre documentation sur les questions ethnographiques, climatériques et économiques, le meilleur collaborateur de notre état-major. Les généraux Duchesne et de Torcy ne quittèrent la France qu'après avoir longuement conféré avec lui sur tous les sujets intéressant les transports et déplacements de troupes à l'intérieur, leur ravitaillement et leur utilisation au mieux des buts politiques à atteindre, en sorte que, le 30 septembre 1895, jour de la capitulation de Tananarive, c'était, dans une mesure que l'histoire ne manquera pas de reconnaître grande, la résultante des efforts persévérants d'Alfred Grandidier qui s'affirmait dans le triomphe de nos armes.

Ayant été promu. après la campagne, Officier de la Légion d'honneur, tout autre que lui se serait cru en droit de se reposer, mais consciencieux jusqu'au scrupule, telle ne pouvait être la conception d'un acharné travailleur comme l'était Alfred Grandidier.

Une si vaste tâche couronnée d'un si beau résultat ne devait pas finir là, Alfred Grandidier ne pensant pas qu'on arrive jamais au bout d'une mission ayant pour but le progrès de la science et la grandeur du pays. L'organisation du Protectorat puis de la Colonie, après l'annexion de Madagascar, principalement sous la longue et brillante administration du général Gallieni, mit grandement à profit son expérience du milieu et des hommes, ses travaux antérieurs et ses suggestions toujours inspirées par le souci d'ennoblir la France aux yeux des insulaires devenus nos sujets.

Ayant eu l'insigne privilège de servir de longues années dans l'intimité de l'immortel soldat, pacificateur et organisateur de Madagascar, il me fut, maintes fois, donné de constater combien l'illustre chef faisait cas de l'opinion, des avis et de l'amitié d'Alfred Grandidier qui était, à Paris, à la fois son conseiller et son agent de liaison avec le monde scientifique. On sait à quel point Gallieni était imbu de la nécessité d'associer dans la plus large mesure la science aux complexes problèmes de la mise en valeur coloniale. C'est même pour l'aider dans cette conception moderne de l'expansion d'outre-mer qu'Alfred Grandidier accepta la présidence du Comité de Madagascar et, avec son fils Guillaume, la direction de la *Revue de Madagascar,* aujourd'hui disparue, mais restée une mine d'informations sur les ressources et possibilités offertes par la Grande Ile à l'initiative de nos compatriotes.

Et comme si ce nouveau fardeau n'avait été d'aucun poids pour ses vigoureuses épaules, c'est ce même moment que choisissaient Alfred Grandidier et son fils, aidés par de dévoués collaborateur comme l'entreprenant Charles-Roux et l'érudit Froidevaux, pour assumer, tâche immense et combien utile aux chercheurs, le groupement, la traduction et la publication en neuf luxueux volumes de tous les ouvrages (1) qui, avec les relations de nos propres voyageurs, furent, depuis le début du XVI^e^ siècle, publiés en portugais, hollandais, anglais, allemand, italien, espagnol et latin sur Madagascar et les îles qui en dépendent. Cette collection inestimable constitue une encyclopédie telle qu'aucune autre possession européenne, sauf peut-être les Indes Néerlandaises, n'en possède de semblable.

Et cependant Alfred Grandidier avançait en âge sans se détourner de son labeur fécond. Partagé entre les nombreuses obligations que lui créait sa haute position au sein des corps savants de son pays et ses relations avec les sociétés françaises et étrangères qui, toutes, ambitionnaient de l'avoir pour correspondant, il continuait serein, imperturbable, d'écrire, à Paris même, sous la menace des Gothas ,de nouveaux chapitres de son Histoire Physique Naturelle et Politique de Madagascar.

Suprême orgueil de ce grand Français qui

(1) *Collection des Ouvrages Anciens concernant Madagascar*, publiée sous la direction de MM. A. Grandidier, de l'Institut, Charles-Roux, Cl. Delhorbe, H. Froidevaux et G. Grandidier. Paris, 1903 à 1920.

n'avait jamais, un seul instant, douté du glorieux destin de notre patrie, son unique fils, héritier de nobles traditions de travail et de probité scientifique, pieux continuateur de son œuvre admirable et mobilisé au quartier général de la défense de Paris, était, aux journées décisives de 1914, attaché comme secrétaire particulier au service du vainqueur de Von Kluck.

Après la deuxième victoire libératrice de la Marne, Alfred Grandidier avait éprouvé toutes les joies réparatrices pour lesquelles son grand cœur avait toute sa vie battu. Fatigué par les longues veilles et les patriotiques angoisses, il n'en travailla pas moins jusqu'au dernier moment attendant avec une sagesse antique, sans la redouter, cette mort à laquelle il avait tant de fois échappé au cours de ses lointains et périlleux voyages.

En juillet 1921 il ne put, comme il l'aurait tant souhaité, assister aux fêtes du centenaire de la Société de Géographie qu'il avait si longtemps guidée et contribué à illustrer. Il devait, quelques semaines après, terminer sa magnifique carrière sans que son entourage ait jamais connu chez lui ces déchéances physiques qui sont si souvent le triste cortège de la vieillesse. Sa belle intelligence s'éteignit tout d'un coup, avec sa vie, alors qu'il venait d'être promu à la dignité de commandeur de la Légion d'honneur.

Avec ceux de Flacourt et de Gallieni, le nom d'Alfred Grandidier complète ce triptyque de gloire qui rend Madagascar infiniment chère aux coloniaux comme à ces excellents fils de la commune patrie française que sont aujourd'hui la grande majorité des Malgaches.

G. JULIEN,
Gouverneur des Colonies.

LA RÉACTION UNIVERSELLE

UNE COMPARAISON DE DEUX SCIENCES

Le but de ceux qui étudient les phénomènes de la nature est de découvrir les relations entre ces phénomènes, et on estime avoir réalisé un grand progrès en démontrant qu'un ordre de faits connus se rapproche d'un autre ordre de faits (son et vibration; lumière et ondulations électriques). Il semble même que dans le monde moderne où presque tous ceux qui étudient les sciences (comme presque tous les autres hommes) sont obligés de se spécialiser, il est bon que quelques-uns fassent la liaison entre les différente branches du savoir; une théorie récente ne vient-elle pas d'unir en les bouleversant l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Mécanique et même la Géométrie? dans d'autres ordres d'idées, des comparaisons entre les diverses sciences peuvent être fécondes : la comparaison entre les lois des phénomènes de la nature vivante et celles de la nature inanimée serait particulièrement intéressante si elle nous permettait d'établir l'identité des deux ordres de phénomènes, et de résoudre une question agitée et controversée depuis bien longtemps...

MÉCANICISTES ET VITALISTES

Actuellement, il y a des mécanicistes et des vitalistes; mais il est difficile de trouver un point précis de contradiction entre les deux théories, leurs défenseurs n'abordant pas les mêmes sujets.

Les mécanicistes mettent en avant les progrès constants de la chimie biologique, qui nous montrent, dans les détails, que les phénomènes de la vie se ramènent, l'un après l'autre, à des faits d'ordre chimique; la Physique et la Chimie expliquent déjà d'une manière complète un grand nombre de faits biologiques; demain, disent-ils, elles en expliqueront plus encore, et bientôt toute l'énigme de la vie se résoudra entièrement par les sciences physiques et leur déterminisme rigoureux.

Les vitalistes, sans contester les progrès de la bio-chimie, se placent à un autre point de vue : « Il y a, disent-ils, entre les êtres vivants et la matière des différences essentielles, inexpliquées et même inexplicables par le simple déterminisme : l'être vivant réagit et se défend, la matière est inerte. »

L'argument est le même chez tous les vitalistes, depuis l'abbé Moreux et le Dr Grasset jusqu'à Bergson; chez ce dernier il est un peu transformé, l'individu y est remplacé par *l'espèce évoluant* : l'espèce se perfectionne de manière à s'adapter d'une manière toujours plus parfaite à son milieu; la sélection naturelle, seule interprétation déterministe de l'évolution, ne permet pas d'expliquer certains phénomènes remarquables (comme la formation de l'œil); il ne reste que l'interprétation finaliste : tout se passe comme si la nature animée, essentiellement différente en cela de la nature inanimée, obéissait à une fin de progrès constant et *tendait* à

former, au cours d'une lente évolution, un être supérieurement adapté, l'homme.

De leur côté, les mécanicistes passent généralement sous silence cette difficulté, ils ne discutent même pas : pour eux il n'y a pas de réaction ou de défense véritable de l'organisme, mais seulement des phénomènes souvent plus ou moins conformes à des apparences de défense de l'individu ou d'adaptation de l'espèce (mais pas toujours); ces phénomènes sont en réalité déterminés par des causes efficientes que les progrès de la science découvriront un jour, si ce n'est déjà fait. — Au fond, sont mécanicistes ceux qui voient les faits par le menu, les biologistes et surtout les naturalistes, alors que les vitalistes se rencontrent plutôt parmi les philosophes.

La réaction universelle

Mais est-il vrai que la réaction, ou l'adaptation (c'est la même chose) soit propre aux êtres vivants? Il semble bien, au contraire, que la matière soit un élément qui toujours résiste, réagit, s'adapte; on pourrait même prendre cette propriété comme une définition de la matière, puisque le vide ne résiste pas.

Or dans toutes les manifestations de la matière nous retrouvons des lois qui s'énoncent d'une manière analogue : *lois de Berthollet* sur les mélanges chimiques; lois *des gaz* (de Mariotte et rectifications ultérieures) en physique; lois de *Lenz* en électricité; lois du *déplacement de l'équilibre* en thermodynamique; lois de *l'élasticité* en physique et en mécanique; dans toutes ces lois se trouve un élément commun qui peut se réduire à l'énoncé suivant :

« *Etant donné un système en équilibre avec le milieu environnant, toute modification extérieure agissant sur lui, suffisamment petite, produit une transformation du système qui, réagissant sur le milieu extérieur, amène un nouvel état d'équilibre aussi voisin que l'on veut du premier.* »

Interprétation

Quelques remarques sur cet énoncé.

Un système en équilibre est un cas pratique extrêmement général : la Physique, la Chimie, la Mécanique nous apprennent que les phénomènes qui se réalisent autour de nous aboutissent (en théorie, *asymptotiquement*) à des états de repos apparent ou de « régime permanent » qui constituent l' « équilibre »; en réalité on aboutit *très rapidement* à des états d'équilibre pratique, suffisamment voisins de l'équilibre théorique pour que la loi de la réaction universelle s'applique.

Les équilibres de la nature sont « stables » ou « faux », l'équilibre instable étant irréalisable. Le « faux équilibre », caractérisé par ce fait (dû à des « frottements ») qu'une modification extérieure suffisamment petite n'agit pas sur le système considéré, est écarté par l'énoncé même.

Reste donc l'équilibre stable : l'énoncé de la loi de la réaction est presque semblable, dans ses termes, à la définition de l'équilibre stable; mais tandis que cette définition manifeste la tendance au retour à l'état antérieur après disparition de la perturbation, l'énoncé précédent met en lumière le fait, très important, que pendant la durée de cette perturbation il se produit un nouvel équilibre. — L'un se déduirait d'ailleurs assez facilement de l'autre par un raisonnement où on introduirait la notion de continuité.

Rupture, Elasticité et Déformation permanentes

D'ailleurs on sait par expérience que si les perturbations extérieures deviennent suffisamment fortes, dans presque tous les cas l'équilibre se trouve rompu pendant un temps assez court, et il y a alors une succession de phénomènes dynamiques (ruptures, explosions, chutes) qui finissent par amener un nouvel état d'équilibre, mais après une *discontinuité*.

Mais on sait aussi qu'avant la *rupture* on peut distinguer — lorsque, partant de zéro, l'action extérieure va en croissant — deux périodes distinctes, période des déformations *élastiques*, période des déformations *permanentes* (particulièrement mises en lumière par l'étude d'une barre d'acier sous l'action d'une force de traction) : dans la première période, si les perturbations extérieures cessent, le système revient exactement à son état premier; dans la seconde, les perturbations, plus fortes, laissent sur le système une empreinte, sous forme d'une déformation subsistant même après leur disparition (et qui provient sans doute de *ruptures partielles*). L'existence des deux périodes est le cas général, mais dans certains cas particuliers l'une d'elles peut être très courte ou pratiquement manquer.

La physionomie du monde au point de vue de l'équilibre

Ainsi le monde matériel nous apparaît comme une succession de phénomènes dynamiques, discontinus (les « ruptures »), rapides, séparés

par de longues périodes d'équilibre ou d'états assez voisins de l'équilibre pour qu'on puisse leur appliquer la loi de la réaction universelle.

Cette vision du monde, pratiquement vraie à l'échelle où nous considérons les phénomènes de notre entourage immédiat, ne serait d'ailleurs plus vraie à l'échelle astronomique, car en astronomie on constate le mouvement de corps éternellement soumis à des actions dynamiques, évoluant dans le vide, sans aucun freinage qui puisse faire présumer l'avènement d'une ère de repos... Elle ne serait sans doute pas vraie non plus si on se plaçait à l'échelle des atomes ou des molécules.

Cette vision du monde a d'ailleurs beaucoup de rapports avec la question de la *continuité* dans la nature : à notre échelle, tout est pratiquement continu dans la nature ; à l'échelle astronomique, tout est discontinu, de même qu'à l'échelle des molécules et des atomes ; mais à notre échelle où la matière est continue, tout se freine, tout se tasse ; le mouvement perpétuel est impossible *à notre échelle*, et l'équilibre y a toujours raison sur le mouvement...

L'adaptation chez les êtres vivants

Pour en revenir aux phénomènes de notre entourage immédiat, les phénomènes d'adaptation *chez les êtres vivants*, lorsqu'on les étudie en comparaison avec ce qui précède, apparaissent comme un cas particulier rentrant dans la règle de la réaction universelle.

Les êtres vivants sont des transformateurs d'énergie constamment en action, et à ce titre ils semblent ne pas devoir rentrer dans la catégorie des systèmes en équilibre; en réalité, d'après des constatations expérimentales, les transformations qui s'y passent sont extrêmement voisines, au point de vue thermodynamique, des transformations *réversibles*, c'est-à-dire que les êtres vivants sont constamment dans un état extrêmement voisin de l'*équilibre avec le milieu extérieur*, à ce point qu'on peut leur appliquer sans crainte les lois de l'équilibre, que nous appliquons pratiquement avec succès tous les jours à des systèmes qui méritent beaucoup moins cette assimilation.

Eh bien, dans les phénomènes de réaction de l'individu, comme dans ceux de la transformation des espèces, on observe les périodes d'*élasticité*, de *déformation permanente* et de *rupture* (j'emploie à dessein les expressions de la mécanique).

Par exemple les *maladies* des êtres vivants ne sont (c'est la science moderne qui nous l'enseigne) dans leur évolution comme dans leur guérison, que des séries de réactions successives de l'individu (et de ses organes réagissant les uns sur les autres) se terminant par : la guérison complète; une demi-guérison qui laisse au patient des traces permanentes de la maladie; ou enfin la mort, suivant le degré de gravité de l'affection et la résistance de l'individu; souvent d'ailleurs il est impossible de chasser complètement l'agent perturbateur : le procédé thérapeutique le meilleur sera alors celui qui permettra à l'individu de s'adapter à cet agent avec le minimum de réactions successives pouvant provoquer des ruptures, par l'introduction, dans le corps du patient, d'éléments préalablement adaptés à l'équilibre avec cet agent : c'est la médication par les sérums et les vaccins; c'est la même méthode qui a réussi dans la lutte contre le phylloxéra, par la greffe sur plants américains, qui sont d'autant plus efficaces qu'ils proviennent de régions où le phylloxéra vit en plus grande abondance.

Les *régénérations* ne sont que le résultat de l'élasticité de l'être vivant, qui fait qu'après perturbation il tend à reprendre le *même* état qu'auparavant; les « limites élastiques » des différents êtres sont d'ailleurs tout à fait diverses : les uns régénèrent facilement un membre entier ou parfois plus de la moitié d'un individu d'autres régénèrent avec peine un ongle ou un morceau de peau : au-delà, la « limite d'élasticité » est dépassée, il y a rupture partielle et le nouvel état d'équilibre (après cessation de la perturbation) conserve une déformation permanente.

La *reproduction* n'est, dans cette interprétation, qu'un cas particulier de la régénération, une seule cellule pouvant régénérer tout l'individu pour rétablir l'état d'équilibre.

Les *instincts, les réflexes*, les actes conscients ou non de l'individu se ramènent à des réactions; les instincts collectifs se rapportent au cas où une société d'êtres vivants forme un tout dont les éléments se complètent les uns les autres, en équilibre avec le milieu.

L'évolution des espèces

Si l'on veut parler de l'évolution, on voit d'abord se poser le problème de l'*hérédité*. Je crois qu'on peut admettre à l'heure actuelle que la ressemblance entre un être vivant et ses parents est due à deux facteurs, *nécessaires* tous deux, mais dont aucun pris isolément n'est suffisant :

1° La cellule initiale a *quelque chose* (sans qu'on puisse savoir encore exactement la nature de ce quelque chose) qui lui vient de ses parents et qui le distingue des autres cellules (part de la « prédétermination » dans l'hérédité);

2° Ses conditions d'existence — surtout les conditions initiales — sont les mêmes, sensiblement, que celles de ses parents aux stades correspondants de son développement (c'est la part des « causes actuelles »).

Ceci posé, si nous supposons qu'une modification de milieu (au sens très étendu du mot milieu) s'est produite à une époque donnée de l'histoire de l'espèce, et si depuis de longues générations, elle a persisté, l'espèce se sera adaptée; au bout d'un temps suffisant, les enfants se trouvant régulièrement dans les mêmes conditions que leurs parents à chaque stade de leur développement, leur ressemblent

Cela ne veut pas dire nécessairement que, si la première modification du milieu s'est produite au cours de la vie adulte de certains individus, leurs descendants, qui ont subi le milieu modifié depuis leur conception, soient semblables à leurs parents qui l'ont subi sur le tard ; dans ce sens l'*hérédité des caractères acquis* ne semble pas nécessaire. Ce qui est certain, c'est l'utilité des caractères acquis : ceux qu'ont acquis les descendants, comme ceux qu'avaient acquis leurs parents, sont, en effet, des adaptations (1).

Mais supposons que la modification du milieu disparaisse; les individus vont-ils revenir à la forme primitive? *Oui* si la limite d'élasticité vis-a-vis de la transformation considérée n'a pas été dépassée. — Si cette limite a été franchie, les descendants pourront garder une trace de la modification subie par leurs ancêtres; c'est ce qu'on appelle *un caractère fixé*. Deux conditions sont nécessaires pour cela :

1° Que la modification du milieu ait déjà amené « une déformation permanente » chez les individus des générations qui ont subi la modification du milieu, puis le retour de ce milieu à l'état antérieur;

2° Que cette déformation ait réagi (car dans l'être vivant tout se tient) sur les cellules germinales contenues dans ces individus, de manière à donner chez ceux de la génération suivante, une déformation permanente (pas forcément la même que celle des parents). A partir de là, la nouvelle forme étant, elle aussi, un état d'équilibre, susbsistera tant qu'il n'y aura pas une cause suffisante pour la modifier encore.

Les caractères *fixés* après déformations subies par une seule génération sont très rares (les amputations, par exemple, ne se fixent pas) : cela vient sans doute de ce que ces déformations n'exercent pas d'influence sensible sur les cellules germinales — peut-être parce qu'elles viennent trop tard.

La sélection, la lutte pour la vie et le progrès

Ce qui précède est d'accord avec la thèse de Lamarck : « La fonction crée l'organe ». Examinons maintenant les principales idées de Darwin, la sélection et la lutte pour la vie.

La *sélection naturelle*, unique base de l'évolution d'après les *néo-darwiniens*, n'a plus dans cette interprétation qu'un rôle secondaire : elle élimine les individus moins bien constitués pour lesquels la moindre modification extérieure se trouve trop forte et provoque la rupture, c'est-à-dire la mort.

Mais il ne peut y avoir modification de l'espèce elle-même que si le milieu se modifie : changement de climat, apparition d'autres espèces animales ou végétales, etc... en un mot *apparition de conditions nouvelles* auxquelles l'espèce s'adapte; en l'absence de conditions nouvelles, la simple concurrence vitale provenant de la multiplication des individus d'une même espèce ne pourrait produire que les effets suivants :

1° Chez les vainqueurs, le maintien des améliorations qualitatives que ceux-ci représentent par rapport à la moyenne antérieure de l'espèce; le développement de ces améliorations suivrait, par la suite des générations, mais finirait, peut-être par être arrêté par les réactions du milieu; en tout cas, pas de modification de structure;

2° Pour les plus faibles, disparition complète;

3° Enfin, une catégorie intermédiaire pourrait trouver le salut dans la fuite; les individus ainsi exilés seraient obligés de se modifier pour s'adapter. Les résultats ainsi obtenus semblent beaucoup plus considérables que ceux dus aux améliorations des vainqueurs (et ceci est conforme à la loi de la réaction universelle) car depuis

(1) Cependant il est remarquable de constater que chez beaucoup d'espèces, surtout chez les plus *évoluées*, l'une des réactions de l'espèce au milieu consiste à faire protéger le jeune individu par sa mère, et à le préserver, en particulier, du milieu modifié jusqu'à ce qu'il soit en âge de supporter la modification : l'œuf des ovipares, la gestation chez les vivipares, les instincts maternels et familiaux, seraient ainsi destinés à reconstituer pour le jeune être les milieux successifs où a vécu l'espèce aux stades antérieurs de son évolution. — Cette interprétation, se basant sur la théorie des causes actuelles, permettrait d'expliquer à la fois l'hérédité des caractères acquis et les ressemblances ancestrales des embryons.

des siècles les espèces les plus prolifiques ne changent pas par l'effet de la sélection naturelle, alors qu'il suffit souvent de peu de temps pour modifier une espèce transplantée dans un autre milieu.

Dans la réalité les apparitions sur place de conditions nouvelles et les migrations vers d'autres milieux s'enchevêtrent pour compliquer singulièrement l'histoire des espèces.

Sur les modifications ainsi obtenues, quelles sont celles qui sont des *progrès?* On ne peut appeler *progrès* toute adaptation, car alors les parasites (à structure très simplifiée) descendant d'animaux plus complexes seraient « en progrès » sur ceux-ci; or c'est là ce qu'on appelle généralement une régression, c'est-à-dire le contraire du progrès; prenons donc *progrès* comme synonyme de *complication.* — Une modification sera un progrès lorsqu'elle correspondra à des besoins *plus étendus,* à un milieu *plus variable :* ainsi une espèce passant d'un milieu uniformément chaud à un milieu uniformément froid se modifie; si elle passe à un milieu de climat continental, très *variable,* l'adaptation ne peut se faire que par une complication de structure, par la création d'organes permettant l'adaptation à la chaleur *et* au froid.

La multiplication des êtres vivants et la lutte pour la vie créent continuellement sur place des conditions nouvelles et plus difficiles pour les espèces existantes; elles forcent d'autre part un nombre de plus en plus grand d'individus et d'espèces à émigrer vers des milieux moins hospitaliers; à ces difficultés nouvelles correspondent des progrès, enregistrés par l'histoire paléontologique de la vie; leur aboutissement est l'apparition des mammifères supérieurs, dont le système nerveux centralisé permet l'adaptation à des situations en nombre presque infini.

Une nouvelle finalité

Ainsi la nécessité d'une finalité, constatée par les vitalistes, se concilie parfaitement avec le déterminisme : les *êtres* vivants considérés individuellement, de même que les *espèces* vivantes, ont bien une tendance, une fin; mais cette fin est tout simplement celle que l'on rencontre dans la nature inanimée : c'est l'équilibre.

Et cette finalité-là n'a rien d'antiscientifique : dire qu'une bille placée au fond d'une cuvette hémisphérique et écartée de sa position d'équilibre « revient au fond *pour* reprendre sa position d'équilibre » est aussi scientifique que de dire qu'elle y revient « *à cause* de l'attraction universelle » (ou mieux « *à cause* du champ de gravitation de la terre »); du reste l'un se déduit mathématiquement de l'autre; l'un et l'autre sont les expressions d'une même vérité d'expérience.

Mais cette finalité a quelque chose qui la distingue des autres finalités jusqu'alors proposées : elle est *d'application limitée.* Et d'ailleurs, sans une finalité *d'application limitée* comment expliquer que les individus, qui souvent résistent aux agents extérieurs, parfois y succombent? que les espèces, qui souvent s'adaptent, parfois disparaissent? que les adaptations, qui souvent sont des progrès, sont aussi quelquefois des régressions? elle s'arrête en effet aux modifications de milieu *suffisamment petites :* au-delà c'est la rupture : la bille sort de la cuvette et tombe...

Ainsi *l'adaptation des êtres vivants,* que certains ont présentée comme une différence essentielle avec la nature inanimée, nous fournit au contraire la preuve de l'analogie profonde qui existe entre la vie et la matière. L'une et l'autre sont dominées par la loi de la *réaction universelle,* et par la *finalité de l'équilibre,* qui n'est en réalité qu'une autre face du *déterminisme.*

André Metz.
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

REVUE COLONIALE

L'EXPOSITION COLONIALE DE MARSEILLE

Notre empire colonial recèle des richesses qu'il n'est pas toujours facile de mettre à la portée des transactions commerciales et des conceptions industrielles. Pour les faire connaître, il fallait instituer une sorte de marché où la Métropole pût aisément faire l'inventaire des ressources offertes par nos possessions de l'Afrique, de l'Asie et de l'Océanie. Marseille était toute désignée pour être le siège de cette grande foire : la vieille cité phocéenne, dont le négoce a créé les premiers comptoirs français d'outre-mer, n'a jamais cessé d'être en relations avec les colonies et se trouve maintenant dotée des organismes spécialisés dans l'étude de leurs ressources et de leurs besoins. De plus, son industrie locale, notamment ses huileries, ses savonneries, ses fabriques de graisse végétale, travaillent quantité de matières

premières exotiques. On l'a surnommée, un peu banalement, la « porte de l'Orient »; c'est même là le sujet d'une des fresques de Puvis de Chavannes, au musée Longchamp. En réalité, elle est la porte des colonies pour la France, et la porte de la France pour les colonies, puisque son port, sans cesse accru, est la tête de ligne de la plupart des routes maritimes qui y conduisent.

Il était donc tout naturel que Marseille fût le centre d'une manifestation comme celle que nous voyons, aujourd'hui, au parc du Rond-Point du Prado, dans le cadre élargi de la précédente exposition coloniale. Le succès qu'avait obtenu celle-ci, en 1906, avait incité ses promoteurs à préparer une nouvelle exposition, beaucoup plus importante, qui devait s'ouvrir en 1916 et dont les travaux étaient déjà assez avancés quand l'agression allemande appela leurs artisans à une besogne plus urgente. Repris peu après l'armistice, les travaux furent poussés aussi activement que le permettaient les circonstances ; néanmoins, l'inauguration officielle, effectuée à la date prévue — le 16 avril — ne fut qu'une cérémonie de pure forme, car la plupart des installations étaient encore inachevées, et tout ne fut parfaitement au point qu'environ un mois plus tard.

Le parc de l'exposition a une superficie de 36 hectares; la place ne manquait donc pas pour entourer d'avenues, d'esplanades et de végétation exotique les quelque cinquante bâtiments (palais ou pavillons) qui renferment les collections venues de toutes les parties du monde. Il serait évidemment trop long, et d'ailleurs peu intéressant, d'analyser tout cela en détail, et nous nous attacherons seulement à en signaler les éléments les plus caractéristiques.

Ministère des Colonies. — Les cinq grandes salles qui se succèdent, derrière une façade en hémicycle précédée d'une double colonnade, ont été consacrées aux artisans de notre empire colonial : explorateurs, militaires, marins ou fonctionnaires, et offrent, en raccourci, l'histoire de sa formation. Dans le hall d'entrée, des tapisseries des Gobelins du XVIII^e^ siècle, signées Demoine, représentent, à la mode de l'époque, des sujets coloniaux, et voisinent avec des documents tirés des archives coloniales : cartes des possessions françaises établies au XVI^e^, au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècle. Médailles, décorations, ameublement, miniatures complètent cette section rétrospective, à laquelle ont collaboré les ministères de la Guerre et de la Marine, les Musées nationaux, le Garde-meuble, la Bibliothèque et le Musée de la Guerre.

Dans les salles suivantes, se développe l'exposé de notre histoire coloniale moderne. Des cartes, des graphiques en marquent les étapes successives, et des tableaux résument en quelques phrases l'œuvre accomplie pendant chaque période, dans chaque colonie.

D'autres documents rappellent le rôle joué sur tous les fronts, de 1914 à 1918, par les contingents africains, asiatiques et océaniens. Un grand panorama, œuvre du peintre Fouqueray, reproduit un épisode de l'offensive du 24 octobre 1916 : la prise de Douaumont par la 38^e^ division, formée de troupes françaises, algériennes, tunisiennes, sénégalaises et somalis. Reconstitution minutieuse, exécutée par un artiste qui a assisté au combat et a su le faire revivre avec une vérité saisissante.

Algérie. — Dans un cadre de verdure et de fleurs, le palais de l'Algérie offre une gracieuse synthèse de l'architecture arabe, avec sa façade ornée de claires faïences, sa balustrade ajourée, ses coupoles et son minaret. Après avoir franchi un vestibule orné de colonnes et de niches mauresques, le visiteur se trouve dans la salle des céréales. Toute la paroi de gauche en est occupée par des cartes et des graphiques précisant les lieux de production des diverses céréales, ainsi que les quantités récoltées et exportées pendant les soixante-dix dernières années. Deux dioramas représentent la moisson et une *espicadora* (moissonneuse de grande puissance). Des échantillons de blés durs et tendres, d'orge et d'avoine, des photographies d'outils agricoles, indigènes et européens, achèvent de garnir le côté gauche. Le côté droit montre la production industrielle algérienne : biscuits, pâtes alimentaires, couscouss, etc.

A cette salle succède celle des vins et des huiles. La viticulture a joué un rôle prépondérant dans le développement économique de l'Algérie : la preuve en est donnée par des cartes, des graphiques, de nombreuses photographies et des échantillons des producteurs. Un service de dégustation permet d'apprécier les meilleurs crus de la colonie. La production oléicole est également expliquée par des documents graphiques et par des échantillons. Deux dioramas représentent, l'un une cave au moment de la vendange; l'autre, une vue d'Alger, la nuit.

Le visiteur pénètre ensuite dans la salle des forêts et plantes industrielles. De belles collec-

tions de tous les bois algériens; des spécimens de lièges; des rondelles de cèdre et de thuya ont été réunis soit par des propriétaires soit par l'administration forestière. Il y a là aussi quantité d'échantillons et de documents concernant les alfas, le lin, l'agave, etc. Puis, c'est la salle de l'élevage, des peaux, des laines et des tabacs.

La salle des mines contient des phosphates, des chaux et ciments, du plâtre, des minerais de fer, de zinc, de plomb argentifère. Un diorama reproduit fidèlement une grande exploitation minière algérienne.

D'autres salles sont consacrées à l'enseignement professionnel, à l'art indigène, au commerce, aux transports et au tourisme.

Une cour intérieure, entourée de colonnades et ornée d'une vasque en onyx et, à l'extérieur, des boutiques imitant celles du M'Zab, où des marchands indigènes vendent des articles indigènes, enfin un café maure achèvent de donner, de l'Algérie agricole, commerciale, industrielle et artistique, une notion aussi exacte qu'il était possible de le faire avec des crédits qui, paraît-il, étaient très inférieurs à ceux dont disposaient d'autres colonies moins importantes.

Tunisie. — L'architecture et l'art décoratif tunisiens sont évoqués, avec toute leur diversité, par une suite de bâtiments et de terrasses reliés de manière à former une enceinte autour d'un vaste jardin ombragé, une sorte d'oasis, et une suite de rues et de cours d'où l'on pénètre dans des boutiques, dans des ateliers indigènes et dans des salles où sont rassemblés les produits agricoles et industriels et tout ce qui concerne les beaux-arts, l'archéologie, l'enseignement — et il y a ici des éléments de tout premier ordre — les pêches, les forêts, les mines, les voies et communications. Le palais principal, dû à l'architecte de la Régence, M. Resplandy, est inspiré de la mosquée de Téboulba et de celle du Barbier, à Kaïrouan. La vie intime indigène est représentée par les *souks*, sous les voûtes desquels les marchands attendent le client dans des attitudes immuables ou concluent un marché avec les mêmes formules, les mêmes gestes hiératiques que leurs ancêtres du temps des croisades. Comme dans la section algérienne, il y a ici une cour intérieure à colonnades, et aussi un café maure, mais celui-ci offre un attrait de plus : un théâtre d'ombres, où revit l'épopée tunisienne, depuis Didon, fondatrice de Carthage, jusqu'à nos jours, signalant les hauts faits des différents peuples envahisseurs qui s'y sont succédé : Romains, Vandales, Byzantins, Arabes, Croisés de Saint-Louis, Espagnols, Turcs, etc. Une autre attraction est le Salon d'orientalistes, où sont rassemblés quantité de tableaux qui évoquent les paysages et les villes de la Tunisie, sa lumière éclatante, l'originalité des mœurs de sa population, le pittoresque des costumes.

Maroc. — De hauts murs crénelés, derrière lesquels on n'aperçoit que le sommet d'un minaret, entourent la section marocaine, comme une vraie kasbah. On y pénètre par une porte monumentale et, après avoir contourné un vestibule en chicanes (les kasbahs sont ainsi disposées pour briser l'élan des assaillants) on arrive dans une belle cour pavée d'élégantes mosaïques et conduisant au palais. A l'entrée de celui-ci, des cartes du Maroc, dont une en relief, et des inscriptions murales, rappellent l'œuvre du protectorat. Deux salles sont consacrées au Maroc économique : échantillons, graphiques, statistiques en montrent le progrès incessant. Une autre salle est consacrée à l'armée, dont le rôle a été décisif dans la pacification et le développement du Maroc. Les étapes en sont retracées par des cartes et des photographies. D'autres documents rappellent la participation du Maroc à la défense nationale, par son ravitaillement et l'envoi de travailleurs, ainsi que les œuvres de guerre du Maroc qui, sous la présidence de Mme la Maréchale Lyautey, ont joué un rôle trop peu connu. Le centre de cette grande pièce est occupé par la reconstitution d'une tente berbère, habitation des dissidents avec lesquels nos troupes sont encore en lutte.

Après avoir traversé une cour intérieure à colonnades, dont les galeries sont consacrées à l'urbanisme (très important au Maroc, où tant de nouvelles agglomérations se sont créées en quelques années), le visiteur pénètre dans la section des grandes entreprises françaises au Maroc : banques, transports, sociétés commerciales. La Banque d'Etat occupe le rez-de-chaussée du minaret. Puis, ce sont les salles des Travaux publics, des Arts indigènes, de l'Instruction publique, de l'Assistance et des œuvres sociales. Ici, l'œuvre du protectorat a été particulièrement importante et féconde, et, parmi tant de manifestations de l'activité française, mention doit être faite de l'œuvre accomplie par nos médecins. Leur inlassable dévouement et leur haute science professionnelle ont

su gagner la confiance reconnaissante des Marocains. La présentation claire et artistique du service de Santé et de l'Assistance marque, de façon frappante, la puissance de l'effort réalisé et la valeur des résultats acquis sous l'impulsion du maréchal Lyautey.

L'œuvre du protectorat est également mise en évidence par l'exposition du vieux Maroc, puisqu'on sait que celui-ci était resté presque sans changement jusqu'à la fin du XIXe siècle. On y remarquera aussi le résultat des fouilles pratiquées dans les anciennes cités puniques et romaines, notamment Volubilis et Lixus. Enfin, un Salon de peinture réunit de très belles œuvres de peintres français dont le pinceau a évoqué les beautés du Maroc.

Au dehors, des ateliers et des bazars, une bergerie, un jardinet mauresque, coupé de petites allées pavées de faïence, avec de minuscules massifs bordés de pots de fleurs; une grande tente, où sont accroupis des tisserands, une rue animée de *souks* et de boutiques, plusieurs dioramas, un vaste panorama de Fez, une saisissante vision de Meknès complètent l'exposition marocaine, dont on s'éloigne aux sons de musiques indigènes, douces et monotones.

Afrique occidentale. — Les hautes murailles massives, nues et de couleur fauve, qui entourent l'exposition de l'Afrique occidentale rappellent les enceintes des cités soudanaises, et la grande tour pyramidale, qui s'élève à 60 mètres de hauteur, reproduit un *tata* de Tombouctou. Un ascenseur conduit le visiteur jusqu'au sommet, d'où l'on peut voir non seulement l'ensemble du parc du Rond-Point, mais aussi une vaste étendue sur la campagne marseillaise, toute verdoyante, jusqu'aux collines de Saint-Loup, de Mazargues et de Montredon.

De vastes salles contiennent les produits agricoles, notamment les oléagineux, les textiles et les bois. Il y a là, entre autres, des billes d'acajou pesant plus de 8.000 kilos. L'industrie est représentée par des cuirs, des poteries, des vanneries, des sparteries, des tissus. Plusieurs dioramas évoquent l'aspect du pays ou l'activité indigène : chutes d'eau de la Guinée, forêt de baobabs, large horizon mauritanien animé par le passage d'une caravane, marché au bord de la lagune dahoméenne, train de bois traversant une forêt de la Côte-d'Ivoire, panoramas de Bamako et de Ouagadougou. Un cinéma, dont l'entrée est gratuite, présente des films coloniaux.

Au dehors, un village indigène, avec des tentes basses et une pièce d'eau sur laquelle flottent des pirogues ; une ferme peuplée d'intéressants spécimens de la faune africaine; des cases soudanaises où travaillent des tisserands, des cordonniers, des bijoutiers, etc.

Afrique équatoriale française. — Cette section occupe un pavillon, entièrement construit en bois coloniaux, long de 22 m. 50, large de 15 m. 50, et surélevé suivant le type des demeures de la région représentée. Une vitrine renferme de remarquables échantillons de minerais de cuivre (certains ont une teneur de plus de 50 % de métal), de plomb et de zinc. Une autre vitrine est réservée à l'ivoire et au caoutchouc. Les bois d'ébénisterie constituent la principale richesse du Gabon, qui en exporte plus de 150.000 tonnes par an, et nous en voyons de merveilleux spécimens taillés sur trois faces et polis de manière à faire ressortir la richesse et la variété de leurs veines. Puis, c'est la vitrine des corps gras : arachides, palmistes, sésame, graines d'oba et autres, soit à l'état de matières premières, soit sous les différentes formes de leur utilisation par l'industrie métropolitaine. Les textiles sont représentés par des fibres de sisal, d'hibisces, d'ananas, de raphias, de coton, de kapok, etc... et par des tissus, des nattes et des cordes fabriqués par les indigènes à l'aide de ces fibres diverses. L'art indigène est resté primitif, mais il est très varié, comme en témoignent les produits exposés : poteries, objets en fer et en bois, armes, etc.

Cameroun. — L'exposition de cette colonie est logée dans un village en bois, formé de baraques démontables, dont la destination définitive est Givenchy-La-Bassée. Le Cameroun, qui avait été victime, comme nous, de l'agression teutonne, a voulu adopter un village détruit par nos envahisseurs, témoignant ainsi de sa reconnaissance envers la France libératrice, en même temps qu'il faisait une utile propagande pour les bois coloniaux, qui remplaceraient avantageusement beaucoup de ceux que nous demandons à l'étranger. Une documentation historique, géographique et économique, un échantillonnage des principaux produits du pays, des graphiques et des dioramas montrent l'heureuse évolution des territoires dont la Société des Nations nous a confié le mandat. A signaler particulièrement un diorama mouvant : le visiteur, supposé installé sur le pont d'un bateau, voit se dérouler sous ses yeux les rives du Congo, dont il suit le cours sans changer de place.

Madagascar. — Notre grande île de l'Océan Indien n'a pas d'architecture propre; cependant, le palais qui la représente à l'Exposition rappelle, par certains de ses détails, celui de la reine, à Tananarive. Quoique de dimensions restreintes, c'est peut-être celui qui contient les plus riches collections. Nous y voyons, en effet, des perles fines, des diamants, des pierres précieuses de toutes sortes, des minerais radioactifs, de l'or, des micas, de splendides cristaux, du thorium, du cérium, etc. Parmi les produits de la culture, la vanille, le café, le cacao, l'ylang-ylang, les pois du Cap, tapioca, raphia, girofle, riz, coprah, etc. Parmi les produits animaux, la cire et la soie. Passons-nous aux produits de l'industrie, nous sommes d'abord attirés par de magnifiques broderies et des dentelles d'une exquise délicatesse.

Dans la section ethnographique et paléontologique, une vaste vitrine renferme le squelette d'un *Æpyornis,* cet oiseau gigantesque, aujourd'hui disparu, dont les œufs avaient une capacité de 8 à 10 litres. On trouve encore de ces œufs en parfait état de conservation sur plusieurs points de l'île; la vitrine de l'Exposition en contient deux spécimens parfaitement intacts.

De nombreux graphiques, tableaux, cartes, photographies, font connaître le mouvement commercial de la colonie, sa démographie, le développement de ses œuvres sociales (enseignement, hygiène et assistance). Ses aspects sont montrés par de grandes et belles photographies, et par des dioramas : l'un de ceux-ci met sous nos yeux le marché de Tananarive, un autre le pont du chemin de fer de Brickaville, avec la végétation tropicale du versant Est. Enfin, un grand panorama nous transporte à Tananarive, vue de l'Ouest.

Indochine. — Le palais principal de la section indochinoise est un monument colossal, qui reproduit fidèlement, avec un luxe inouï de détails, le temple d'Angkor-Vat. De grandes tours, en forme de tiares annelées, surmontent le bâtiment central et se répètent aux extrémités des galeries de l'enceinte, où leurs architectures sont reflétées dans les eaux des lacs qui les entourent. Entre ces galeries couvertes, portées par des colonnades toutes ciselées, de larges avenues bordées de serpents hiératiques aboutissent aux huit escaliers monumentaux qui conduisent aux portiques. Si le visiteur gravit l'escalier central, de 60 marches, il trouvera d'abord les manifestations scientifiques et artistiques de nos colonies asiatiques. Le service de Santé et l'Assistance médicale présentent le tableau de tout ce qui a été fait pour la défense contre les épidémies, la lutte contre les maladies tropicales endémiques, les campagnes systématiques contre la variole et le trachome; l'organisation des hôpitaux, des infirmeries, des cliniques; les maternités et les écoles de sages-femmes ; les œuvres de protection de l'enfance; les grands travaux d'assainissement et d'hygiène qui ont transformé les conditions de la vie coloniale. Une salle contient l'exposition archéologique, une autre le service météorologique, représenté principalement par l'Observatoire central de Phu-Lien, avec les cartes, les diagrammes et les rapports où s'inscrivent les résultats des observations quotidiennes. Le service géographique expose de magnifiques cartes.

L'exposition artistique comprend deux salles, où voisinent les arts cambodgiens, laotiens et annamites. Il y a là une profusion de bibelots, de bijoux, de nacres, d'ivoires, d'émaux, de jades, de laques : des nattes, de merveilleuses étoffes brodées, des dentelles, des tapis, des tentures, des ameublements complets, et aussi deux intérieurs de pagodes, avec tout le luxe d'ornementation que comporte le culte boudhique et le culte des génies.

Un escalier intérieur conduit au rez-de chaussée, réservé à l'exposition économique. En tête des produits agricoles, il faut nommer le riz, la fondamentale richesse de l'Indochine, puis d'autres végétaux alimentaires, les oléagineux et les féculents, le sucre, le café, le thé, et quantité de fruits et de légumes. Des dioramas illustrent ces cultures. Un autre quartier nous montre les textiles : coton, jute, ramie, kapok, plantes à papier. Un troisième renferme les autres produits végétaux : gommes et résines, colorants, tabac, produits pharmaceutiques, et le plus important de tous, le caoutchouc, dont les plantations, aujourd'hui en plein développement, assureront dans quelques années la totalité des besoins de l'industrie française. A signaler aussi les produits animaux provenant de l'élevage, notamment la soie.

On sort de ce palais sans quitter l'Indochine, car on s'engage dans une large voie sinueuse, exacte reconstitution d'une rue d'Hanoï : une trentaine de maisons à étages, réellement habitées par des Annamites, des ateliers de sculpture, d'ébénisterie, d'orfévrerie, de tissage, et des boutiques où se vendent leurs produits. Un restaurant annamite fait apprécier la cuisine

extrême-orientale, servie sur des tables de laque rouge. D'autres maisons abritent des panoramas représentant le palais de Hué, la baie d'Along, le Tombeau impérial et le Marché du Haut-Tonkin.

Colonies autonomes. — Les anciennes colonies françaises, autonomes, ont fait édifier en commun un palais composé de neuf grandes salles entourant une cour intérieure. Chaque salle est affectée à une colonie. En quittant le vestibule par la droite, on visitera successivement :

La Martinique (sucres, rhums, cacaos, café, vanille, tabac, gomme, fibres textiles, collections scientifiques, peintures et dessins évoquant le beau ciel et les sites enchanteurs d'une île dont l'histoire est malheureusement assombrie par d'effroyables cataclysmes); la Guadeloupe (canne à sucre, tabac, plantes à fécule, coton, bois précieux, œuvres d'art) ; la Guyane française (produits forestiers, essence de rose, objets de vannerie et de sparterie, diorama représentant la rade et le port de Cayenne); la Nouvelle-Calédonie (minerais de nickel, chrome, cobalt, cuivre, or, antimoine, plomb argentifère, zinc, manganèse; houille, huile minérale, chênes, hêtres, acacias, nacre, café, vanille, coton, coprah); les Nouvelles-Hébrides, les Etablissements français de l'Océanie, les Indes Françaises (arachides, qui trouvent leurs débouchés à Marseille) ; la Côte des Somalis, Saint-Pierre-et-Miquelon (produits et sous-produits de la pêche) ; enfin, la Réunion (sucre, rhum, vanille, etc.).

Section métropolitaine. — Dans le dessein de faciliter les transactions commerciales entre les colonies et la métropole, en équilibrant, dans la mesure du possible, importations et exportations, les organisateurs de l'Exposition ont voulu montrer ce que la France continentale pouvait vendre à la France d'outre-mer. C'est le but de la section métropolitaine, qui comprend le Grand-Palais, le palais des Machines et de la Navigation, ceux de l'Automobile, de l'Aéronautique, du Matériel agricole et forestier. Ajoutons-y celui de la Chambre de Commerce de Marseille, où l'on trouvera une très importante documentation, notamment en ce qui concerne les intérêts français dans le Levant. Bien entendu, nous ne ferons pas le dénombrement, même abrégé, des milliers d'articles fabriqués en France et susceptibles d'être expédiés au dehors. Il y a là, sans doute, des choses très intéressantes, mais qui n'ont qu'un très vague rapport avec l'exposition coloniale et que nous classerions plus volontiers dans la catégorie suivante.

Attractions. — C'est l'accessoire inévitable de toute exposition qui veut attirer la foule et qui a d'ailleurs son utilité, car, tel visiteur qui était venu uniquement pour s'amuser, se trouve amené à jeter un coup d'œil sur des éléments plus sérieux et à y trouver un vif plaisir. Il fallait d'ailleurs songer à divertir les enfants qui viennent s'ébattre, chaque jour plus nombreux, dans le parc. Du reste, si certaines de ces attractions ne dépassent point le niveau habituel des fêtes foraines, il en est d'autres qui, pour n'avoir rien d'exotique, offrent un attrait infiniment moins vulgaire. C'est ainsi que, dans le palais des Beaux-Arts et dans celui qui est consacré à l'histoire de Marseille et de la Provence, on trouvera d'exquises œuvres d'art, anciennes et modernes, et une documentation du plus haut intérêt.

Impression d'ensemble. — En parcourant ces palais, ces pavillons, ces galeries, nous avons pu nous rendre compte de l'abondance et de la variété des ressources que les colonies peuvent dès à présent nous procurer et de celles qui restent encore à exploiter. Cependant, un enseignement de plus haute portée se dégage aussi de cette visite. Ce que représente, en réalité, le parc du Rond-Point, c'est la minuscule image de plus de dix millions de kilomètres carrés de terres coloniales, peuplées de 55 millions d'habitants. Ces possessions font de la plus grande France la troisième puissance du monde, après l'Empire britannique et les Etats-Unis, avec une population totale de près de 100 millions d'êtres humains, dont l'unité nationale s'est magnifiquement affirmée, à l'heure de l'invasion. Nous voyons ainsi que la France possède tout ce qui donne la confiance en soi et impose aux voisins la considération et le respect : des richesses infinies, et une armée pour les garder.

Ernest COUSTET.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mai 1922).

Algèbre. Généralisant ses recherches récentes, M. *Paul Montel* énonce un théorème qui entraîne, notamment, la conséquence suivante : Le polynome

$$1 + x^p + a_1 x^{p+q} + \ldots + a_{k-1} x^{p+(k-1)q}$$

a toujours p zéros dont les modules ne dépassent pas un nombre fixe indépendant de q et du nombre k des termes du polynome, à condition que p ne soit pas divisible par q.

Analyse. 1. Au sujet des extensions du théorème de Cauchy sur les fonctions monogènes, faites par lui-même et par M. Goursat, M. *G. Mittag-Leffler* fait observer : 1° Qu'elles sont effectivement plus générales que le théorème primitif de Cauchy; 2° Qu'elles sont indépendantes l'une de l'autre; 3° Que la sienne remonte à 1873.

2. M. *Spyridion Sarantopoulos* montre que, sauf dans des intervalles exceptionnels, on a toujours $\mathrm{M}\left\{x + [\log \mathrm{M}(x)]^{-\varphi(x)}\right\} < \mathrm{M}(x)^{1+a}$, $\mathrm{M}(x)$ étant une fonction croissante quelconque, a, une constante positive arbitrairement petite et $\varphi(x)$ une fonction décroissante telle que $\lim [x\varphi(x)] = \infty$.

3. Entre autres généralisations des théorèmes de M. Borel, M. *Th. Varopoulos* indique que si les coefficients de la fonction entière $\sum_0^\infty a_n z^n$ satisfont à $|a_n r^n| < \mu(r)$ (μ, fonction croissante quelconque), on a :

$$\sum_0^\infty a_n r^n < 0 r\mu(r) \log \mu(r) \ldots \log_\nu \mu(r)^{1+\varepsilon},$$

avec $\varepsilon > 0$ et $0 > 1$.

4. M. *Rolf Nevanlinna* précise les relations qui rattachent l'ordre de croissance d'une fonction, holomorphe dans un angle illimité, à la densité de ses zéros.

5. M. *Riquier* montre que les intégrales singulières d'un système aux dérivées partielles du type de Jacobi généralisé doivent annuler un certain déterminant fonctionnel : on en déduit une méthode pour la recherche des intégrales singulières.

6. S'appuyant sur des résultats de Liapounoff, M. *J.-W. Lindeberg* établit que lorsqu'un grand nombre d'erreurs partielles élémentaires satisfont à certaines inégalités simples, l'erreur résultante obéit pratiquement à la loi de Gauss : c'est un progrès important dans les travaux sur la justification théorique de cette loi.

7. M. *P.-J. Myrberg* recherche l'ensemble des points d'accumulation des transformées d'une multiplicité algébrique à n dimensions par un groupe automorphe à n variables. Il applique le résultat obtenu à la détermination des singularités essentielles des fonctions automorphes correspondantes.

Géométrie. Comme l'indique M. *F.-H. Murray*, on peut employer des systèmes articulés pour tracer des cercles de très grand rayon.

Géométrie infinitésimale. 1. Sur une surface à courbure constante prenons les courbes minimales comme lignes coordonnées ($x = \mathrm{C}^{te}$, $y = \mathrm{C}^{te}$) et cherchons les courbes admettant les transformations de contact dont la fonction caractéristique est $2\varphi(x)\psi(y)\sqrt{y'} + \xi(x)y' - \eta(y)$, avec $\varphi'' = g(x)\varphi$, $\xi\xi''' = 2(g\xi^2)'$, $\psi'' = h(y)\psi$, $\eta\eta''' = 2(h\eta^2)'$: c'est la généralisation d'un problème de Sophus Lie; M. *E.-O. Lovett* en indique des solutions particulières qui ramènent aux fonctions elliptiques et aux transcendantes de M. Painlevé.

2. M. *C. Guichard* applique les coordonnées symétriques de droites à la résolution des problèmes suivants :

α) Déterminer les surfaces A telles qu'un point M de AT (tangente asymptotique) décrive une surface rapportée à ses asymptotiques.

β) Déterminer les surfaces A telles qu'un plan μ passant par AT enveloppe une surface rapportée à ses asymptotiques.

Mécanique Céleste 1. (*Mécanique.* 1). M. *Paul Painlevé* établit un parallèle approfondi entre les axiomes de la Mécanique, tels qu'ils se présentent pour les newtoniens et pour les einsteiniens. Ne pouvant insister ici, comme il faudrait, sur cette communication, nous nous bornerons à mentionner l'un de ses principaux résultats : la *théorie semi-einsteinienne* de la gravitation. Se plaçant à un point de vue différent de M. Einstein, et maintenant, notamment, la doctrine enclidienne, l'illustre géomètre montre comment l'introduction d'une fonction arbitraire, $\rho = r[1 + \varepsilon(r)]$ permettrait de parer à un désaccord éventuel entre les observations ultérieures et les conséquences, relatives à la troisième loi de Kepler, de la forme du ds^2 de Schwarzschild.

3. En même temps M. *J. Trousset*, dans le but de répondre à une question posée par M. Painlevé, envisage les répercussions de la forme du ds^2 de Schwarzschild sur les trois lois de Kepler. La vérification astronomique, théoriquement possible, exigerait une précision angulaire de l'ordre du millième de seconde d'arc.

2. A un autre point de vue, M. *Jean Chazy* complète le ds^2 de Schwarzschild en tenant compte de la courbure de l'Univers (einsteinien ou sittérien). L'influence du nouveau ds^2 sur la troisième loi de Kepler, comparée aux observations, montre que le rayon de l'Univers ne peut être de l'ordre de 100 années de lumière ou d'un ordre inférieur.

4. Dès à présent, comme le remarque M. *Painlevé*, les résultats précédents font entrevoir l'intérêt d'une nouvelle reprise des calculs de Le Verrier et Newcomb, où il serait tenu compte des théories d'Einstein.

5, 6 et 7. M. *P. Fatou* discute la valeur de la plus grande limite du rayon vecteur et la forme de la trajectoire dans le cas où la planète est soumise à une résistance de milieu proportionnelle à la vitesse : la plus grande limite est nulle, et la forme est celle d'une spirale. Puis, successivement, M. *Jean Chazy* d'abord, et M. *P. Fatou* ensuite, étendent les résultats précédents à des lois de résistance plus générales.

Physique mathématique. 1. D'après M. *Paul Dienes* la formule donnée par M. Weyl pour le déplacement d'un tenseur est inexacte; dans deux exemples simples, ses conséquences sont absurdes. La formule de Stokes est inapplicable et la loi de connexion qui régit le déplacement des tenseurs est, non pas linéaire comme le croient M. Weyl et M. Eddington, mais quadratique.

2. M. *Th. de Donder* introduit une intégrale quadruple dont les variations dans l'espace-temps fournissent les équations du champ gravifique et du champ électrostatique.

3. Les expériences de Blondlot avaient conduit

P. Duhem à affirmer que la constante λ de Helmholtz est le produit du pouvoir inducteur spécifique du vide par sa perméabilité. M. *Louis Roy* montre que cette assertion de l'éminent physicien n'est pas exacte : au contraire, en reprenant les calculs de P. Duhem, et en s'appuyant notamment sur l'hypothèse de Faraday-Mossotti, M. Roy montre que l'on a $\lambda = 0$. Une conséquence importante de ce résultat est de supprimer tout désaccord entre les équations de Maxwell et les équations de Helmholtz qui deviennent ainsi la base logique la plus sûre des premières.

Physique théorique. M. *S. Zaremba* se pose la question suivante : Pour un certain ds^2 de l'espace, les solides jouissent-ils de la propriété que les distances géodésiques mutuelles de leurs points (relativement à ce ds^2) sont indépendantes du temps (sous certaines conditions physiques)? L'auteur répond négativement.

Mécanique. 2, 3 et 4. M. *Gustave Guillaumin* reprend l'étude de l'équilibre limite des talus indéfinis de terre cohérente, dans le cas des déformations planes. Soient p la pression moyenne, q le plus grand glissement, e le rapport $q : p$ qui détermine l'excentricité de la conique directrice des efforts. Une première hypothèse que l'auteur envisage d'abord consiste à poser $e = f(p)$: mais elle soulève diverses critiques, notamment au point de vue de l'hétérogénéité. Dans une seconde Note, l'Auteur adopte la loi $q = kp + f$, qu'il combine avec la loi de Coulomb-Duguet sur les ruptures ou les glissements permanents ; il est ainsi conduit à des équations aux dérivées partielles et différentielles qui paraissent devoir jouer dans la pratique un rôle important. Une troisième Note fait ressortir la nécessité de l'existence des discontinuités, délimitées par des lignes de glissement et analogues à celles qu'a introduites M. Hadamard dans la propagation des ondes; elle indique en outre diverses propriétés des lignes de glissement, de la pression et de la vitesse d'écoulement.

Mécanique appliquée. 1. M. *J. Sudria* présente une nouvelle démonstration du théorème de Menabrea ; il en déduit différentes généralisations.

2. Contrairement aux théories actuelles, l'hélice propulsive optimum (c'est-à-dire celle qui rend minimum la perte de travail total) est celle dont le pas analytique reste rigoureusement constant, quelle que soit la distance à l'axe : tel est le résultat d'une discussion de M. *Eugène Pagézy*.

Hydrodynamique. M. *D. Riabouchinski* étudie les mouvements d'un liquide autour de deux plans minces, orthogonaux au courant et avec deux tourbillons opposés sur l'axe de symétrie. Grâce à une condition donnée par M. Villat, il parvient à expliquer la mobilité des tourbillons dans les fluides reels, et leur propension à se détacher des solides près desquels ils ont pris naissance.

RENÉ GARNIER.

Physique

Variations d'indice de réfraction au voisinage de la surface du verre. — La surface libre du verre fondu n'est pas traitée de la même façon que les autres parties de la substance : son contact avec l'air peut, en particulier, avoir une influence sur les propriétés optiques de la substance, du fait d'une teneur plus grande de cette région en gaz de l'air dissous ou en oxygène combiné. MM. Twyman et Dalladay ont fait récemment des mesures à l'interféromètre, sur la couche superficielle d'un culot de verre, couche ayant 13 mm d'épaisseur, et ont pu constater ce fait intéressant que l'indice de réfraction, tout d'abord constant dans les couches profondes, éprouve des variations notables au voisinage de la surface libre.

Ainsi, dans le cas d'un crown dense, l'indice reste constant jusqu'à 2 millimètres de la surface, s'accroît ensuite de 10^{-5} pour une élévation de 1 mm, puis diminue rapidement lorsqu'on se rapproche de la surface libre, pour tomber bientôt au-dessous de sa valeur normale.

Pour un flint dense étudié de même, on a observé une diminution de 4.10^{-5}, à 1 mm de la surface libre, suivie d'un rapide accroissement au voisinage de celle-ci.

Ainsi, la couche superficielle d'un culot de verre n'est en général pas optiquement homogène. L. Br.

Acoustique

Nouvelles recherches sur la nature acoustique des voyelles. — La nature acoustique des voyelles a déjà fait l'objet d'un grand nombre de travaux, comme cela est le cas pour toute question complexe et encore éloignée d'une solution définitive, et il n'est pas inutile, pour cette raison, de reproduire les principaux résultats d'un travail de M. Paget (1) qui jettent un jour nouveau sur cet ancien problème, et paraissent propres à lui communiquer une impulsion féconde en résultats intéressants.

L'auteur a fait lui-même les observations, qui ont porté successivement sur les voyelles chuchottées, puis sur les voyelles auxquelles est superposée une note de larynx (chant ou voix parlée).

Dans la série chuchottée, on trouve que chacune des voyelles est caractérisée par deux notes, une composante supérieure comprise entre ♯ *d''* (608 ∿) et *e''* (2579) ∿ et une composante inférieure dont la hauteur s'étend de ♯ *g'* (304 ∿) à ♯ *a''* (912 ∿).

Les composantes supérieures sont produites d'une manière analogue à celle des notes chuchottées, et leur hauteur est sous la dépendance principale de la distance de la langue au palais et aux dents. La même note peut être émise pour un degré presque quelconque d'ouverture de la bouche ; et réciproquement à une même ouverture de la bouche peuvent correspondre des notes de cette espèce très différentes les unes des autres. On peut même émettre ces notes la bouche fermée (par le nez par conséquent), et l'auteur a constaté que la hauteur des notes qui peuvent être produites ainsi comprend un octave entier. Dans ce qui va suivre, ces notes seront appelées *notes soufflées*.

Les composantes inférieures paraissent dépendre au contraire, dans une large mesure, comme le son propre d'un résonateur d'Helmholtz, de l'aire de l'ouverture de la bouche ; on les désignera ici du terme de *notes de résonateur*.

Les deux séries sont indépendantes l'une de l'autre, de sorte que, par exemple, une échelle ascendante de notes de résonateur et une échelle descendante de notes soufflées peuvent être chuchottées simultanément.

Les notes des deux espèces caractérisant chaque voyelle ne sont pas, pour une même voix, absolument déterminées, elles peuvent varier dans quelques cas de plus de cinq demi-tons sans que la voyelle perde son caractère propre.

Les domaines de voyelles *voisines* peuvent empiéter l'un sur l'autre, en ce sens que deux voyelles différentes peuvent avoir la même note soufflée (ou au con-

(1) *Nature*, 16 mars 1922.

traire la même note de résonateur), l'autre composante. étant alors essentiellement différente d'une voyelle à l'autre.

Lorsqu'on superpose à la voyelle une note de larynx, comme on le fait dans le chant ou dans la parole, la hauteur de la note de résonateur ne paraît nullement affectée par variation de hauteur de la note de larynx. Dans les mêmes conditions, les notes soufflées ne sont en général pas affectées non plus, tant que la hauteur de la note soufflée en question diffère suffisamment — soit deux ou trois octaves — de celle de la note de larynx. Si cette dernière s'élève de façon à se rapprocher de la note soufflée, celle-ci tend à s'ajuster d'elle même sur l'harmonique le plus voisin de la note de larynx qui se trouve dans son domaine caractéristique pour la voyelle considérée.

Il en résulte que, si l'on chante la gamme chromatique sur une voyelle donnée, la note de résonateur restera invariable, tandis que, la note chantée s'approchant de moins de deux octaves de la note soufflée, on perçoit que cette dernière saute de l'un à l'autre des trois ou quatre demi-tons voisins à chaque changement de hauteur de la note de larynx.

On peut conclure de ces observations qu'il paraît possible de faire une classification exclusivement acoustique des sons des voyelles, en se basant sur les domaines respectifs de leurs notes soufflées et de résonateur.

L. Br.

Seismologie

Les enseignements du tremblement de terre pyrénéen de novembre 1920. — La France subit de temps à autre un certain nombre de tremblements de terre qui, à part quelques exceptions, sont fort heureusement assez anodins. Ils n'en ont pas moins un grand intérêt parce qu'ils se prêtent très bien aux observations — quand on se donne la peine de se livrer à une enquête à leur sujet.

C'est ce qui est arrivé pour le tremblement de terre de novembre 1920 qui a été ressentie dans les Pyrénées depuis Perpignan jusqu'à Bagnères de Luchon. M. Mengel a envoyé un grand nombre de questionnaires et a pu recueillir ainsi des renseignements très précieux sur sa répartition géographique. (*Ann. Institut Physique du Globe, Strasbourg.*)

Il en résulte très clairement que le noyau central de la chaîne pyrénéenne se présente comme relativement asismique et qu'en tous cas, on n'y a jamais observé d'épicentres. Par contre les zones des plissements tertiaires, situées sur la bordure sont très nettement le lieu de foyers sismiques, dont les vibrations entourent le noyau central de la chaine.

Cette disposition a un rapport extrêmement net avec la structure géologique de la chaine pyrénéenne. Celle-ci est, en effet, constituée par un axe central, bordé par une série de zones de chevauchements que M. Léon Bertrand a fait connaitre.

Il paraît donc très probable que là, comme ailleurs, comme toujours, il y a coïncidence entre l'emplacement des tremblements de terre et l'emplacement des grandes zones tectoniques de l'écorce terrestre. Les mouvements sismiques pyrénéens ne sont que la survivance des efforts de plissement et de chevauchement de la chaine pyrénéenne.

De plus en plus la sismologie apparaît comme une science qui relève moins de la météorologie que de la géologie.

P. L.

Chimie physique

Sur la constitution de l'amidon. — Ce que l'on connaît, aujourd'hui, de la constitution chimique de l'amidon, se borne à ceci, que sa molécule est formée d'un certain nombre de groupements atomiques de la formule $C_6H_{10}O_5$. On sait, d'autre part, que la distillation de l'amidon sous pression réduite fournit un composé de la même formule, la *lévoglucosane* (Pictet et Sarasin) et que l'on obtient un second isomère, la *glucosane*, en chauffant le glucose dans le vide (Pictet et Castan).

M. Amé Pictet a recherché si la réaction inverse pourraît être réalisée, et s'il serait possible d'obtenir par polymérisation de la glucosane et de la lévoglucosane, qui ont été toutes deux préparées par voie synthétique, des composés se rapprochant par leurs propriétés, de l'amidon.

L'expérience a montré que cette polymérisation est des plus aisées, elle est effectuée déjà par la chaleur (180°), mais elle est considérablement facilitée par certains catalyseurs, tels que le platine et le chlorure de zinc. Elle est, de plus, fortement influencée par la pression. Ainsi la glucosane, chauffée à 130° avec une trace de chlorure de zinc, se convertit dans le vide en *diglucosane* $(C_6H_{10}O_5)_2$, à la pression atmosphérique en *tétraglucosane* $(C_6H_{10}O_5)_4$ (A. et J. Pictet). La lévoglucosane fournit dans le vide un dimère, à la pression ordinaire un tétramère, sous une pression de 5 atm. un hexamère (Pictet et Ross). Il est probable qu'à des pressions supérieures on pourra obtenir des polymères plus avancés encore et qui seront des dextrines.

Le pouvoir rotatoire de tous ces corps augmente avec le degré de polymérisation, et cela d'une façon régulière, de sorte que l'on peut, connaissant le pouvoir rotatoire de l'amidon, calculer par extrapolation son poids moléculaire, qu'il n'a pas été possible jusqu'ici de déterminer directement. Il serait, d'après les expériences de M. Ross, voisin de 1.950, ce qui correspondrait à la formule $(C_6H_{10}O_5)_{12}$.

Toutefois, il est improbable que la polymérisation de la glucosane de la lévoglucosane, si avancée soit-elle, puisse aboutir à un composé identique à l'amidon naturel. Celui-ci, en effet, ainsi que le prouve sa transformation en maltose, n'est pas formé de groupements $C_6H_{10}O_5$ tous identiques entre eux. Tout porte à croire que sa molécule contient, en nombre égal, des groupements de glucosane et des groupements de lévoglucosane, et qu'on doit l'envisager comme le produit de polymérisation d'une *glucosyl-lévoglucosane* $C_6H_{11}O_5 - O - C_6H_9O_4$. Des essais ont été entrepris en vue de la préparation synthétique de ce dernier composé.

A. Z.

Paléontologie

Les plus anciennes faunes de Mammifères tertiaires d'Europe. — Le Père Teilhard de Chardin, Professeur à l'Institut Catholique, vient de soutenir devant la Faculté des Sciences de Paris, une thèse de doctorat ayant pour titre « Les Mammifères de l'Eocène inférieur français et leurs gisements ». Dans ce remarquable exposé des résultats de recherches poursuivies tant sur le terrain qu'au laboratoire depuis plusieurs années, quantité de faits nouveaux, d'un haut intérêt pour la reconstitution de l'histoire des premiers Euthériens, sont mis en lumière dans un style clair et précis.

La faune de Mammifères tertiaires la plus ancienne

que nous possédions en Europe est celle de Cernay, près d'Epernay. Comme le démontre, avec une grande sûreté de vues, le Père Teilhard, la faune de Cernay, comparée aux faunes américaines, apparaît comme correspondant à une phase de transition entre les étages de Torrejon et de Wasatch. Des types archaïques, d'ailleurs peu variés, y subsistent encore, en effet : 1° un Multituberculé, *Neoplagiaulax*, dernier terme d'une série de Mammifères remontant au Jurassique avec *Plagiaulax ;* 2° deux Créodontes à affinités lémuroïdes, *Arctocyon* et *Arctocyonides*, qui semblent directement issus d'un tronc commun avec les Condylarthres, les Chiromyidés, les Lémuriens et les Pantolestidés ; 3° un Condylarthre (?) *Tricuspidon*. A côté de ces Mammifères, dernières reliques d'un monde antérieur, s'en trouvent d'autres très spécialisés, quoique se rattachant encore à un groupe ancien, les Chiromyidés : *Plesiadapis* représente, dans nos faunes du début du Tertiaire, un proche parent de l'Aye-Aye actuel de Madagascar, un Maki devenu déjà, en quelque sorte, par sa forme extérieure, son habitat et ses mœurs, un Ecureuil. Enfin Cernay compte, comme élément prédominant, des Mammifères à physionomie assez jeune, *Pleuraspidotherium* et *Orthaspidotherium*, qui correspondent à un stade intermédiaire entre les Préongulés et les vrais Ongulés ; ces Méniscothéridés séparés très tôt du phylum des Condylarthres sont plutôt des Pseudo-condylarthres se rapprochant étonnamment des Damans actuels de la région éthiopienne : *Hyrax* est sans doute un survivant de la série des Ongulés qui ont peuplé la terre avant l'essor de Périssodactyles et des Artiodactyles.

La faune continentale de Cernay a été contemporaine des faunes marines du Thanétien (base de l'Eocène inférieur) et correspond aux Tiffany beds du Nouveau-Mexique. Rien dans l'état actuel de nos connaissances ne peut être parallélisé, dans le milieu continental d'Europe, avec les étages américains du Puerco et de Torrejon, équivalents de notre Montien marin (terme de passage du Crétacé à l'Eocène).

Dans la faune du Sparnacien (partie moyenne de l'Eocène inférieur), les Multituberculés, les Arctocyonidés, les Méniscothéridés ont complètement disparu ; les Rongeurs (*Paramys*), les Périssodactyles (*Hyracotherium*) et les Amblypodes (*Coryphodon*), dont la région d'origine demeure inconnue, sont déjà complètement différenciés, lorsqu'ils envahissent brusquement et simultanément de vastes régions tant en Amérique qu'en Europe. Les Rongeurs correspondent à un groupe fort ancien dont l'individualisation remonte sans doute au Crétacé. Peut-être, par contre, les Périssodactyles résultent-ils d'une évolution locale de certains Méniscothéridés. Les Chiromyidés du genre *Plesiadapis* ont augmenté de taille au Sparnacien, tandis que leurs molaires se ridaient et présentaient une complication croissante. Les Mésonychidés ont vu leur dentition devenir homéodonte (*Dissacus*) ou au contraire se simplifier (*Pachyæna*). Tous ces genres se retrouvent dans l'étage de Wasatch en Amérique. Les Condylarthres, déjà représentés dans l'étage de Torrejon, font seulement leur apparition en Europe au Sparnacien, avec les genres *Hyopsodus* et *Phenacodus* également reconnus en Amérique.

La faune du Cuisien (sommet de l'Eocène inférieur) compte les premiers représentants en Europe des Artiodactyles (*Protodichobune*) et des Primates (*Protoadapis*), groupes qui débutent en Amérique dès le Sparnacien. La liaison continentale entre les parties septentrionales du Nouveau Monde et de l'Europe s'est donc maintenue constamment depuis le Thanétien jusqu'au Cuisien. Parmi les Périssodactyles, les Lophiodontidés font leur apparition avec *Chasmotherium* et *Lophiodon*, tandis que *Hyracotherium* est remplacé par un genre plus évolué (*Propachynolophus*). Au Cuisien, les Amblypodes, les Condylarthres, les Mésonychidés ont déjà disparu, ainsi que *Plesiadapis* du groupe des Chiromyidés.

A l'Eocène moyen et supérieur, l'on ne trouve à peu près plus, comme Mammifères, dans nos pays, que des types directement apparentés aux groupes actuels de cette classe. Cependant le Père Teilhard de Chardin a reconnu la présence de trois genres archaïques dans les niveaux les plus inférieurs des phosphorites du Quercy, ces curieux remplissages des vieilles cavernes du Causse jurassique. *Paroxyclænus* est un Créodonte lémuroïde très différencié, qui représente le terme ultime de l'évolution d'un rameau détaché dès la base de l'Eocène de la souche commune des Procréodontes, des Codylarthres et des Lémuriens. *Heterohyus*, presqu'identique à *Apatomys*, d'Amérique, appartient au groupe des Chiromyidés, très polymorphe à l'Eocène inférieur, beaucoup plus homogène à l'Eocène moyen et supérieur. *Protoadapis* s'éloigne du type *Lemur-Adapis* de l'Ancien Continent et confine au type américain *Notharctus*.

Les Mammifères à physionomie archaïque des phosphorites du Quercy, qui proviennent à peu près tous de Memerlein (Lot), ont été également signalés soit de l'Eocène moyen (Lutétien supérieur) de Bouxwiller, soit de l'Eocène supérieur (Ludien inférieur) du Hampshire ou d'Euzet (Gard). Tandis que les Ongulés témoignaient alors d'une façon générale de l'isolement des continents européen et américain, les Carnassiers et les Primates de la partie ancienne des phosphorites rappellent tout à fait des formes américaines. Au milieu d'une faune de l'Eocène moyen et supérieur composée d'espèces spéciales, surtout parmi les Ongulés, ayant immigré indépendamment en Europe et dans l'Amérique du Nord, aurait persisté une faune résiduelle à cachet éocène inférieur comprenant des types communs aux deux continents. Cependant je serai plutôt tenté de penser devant l'identité générique de Mammifères différenciés après le Cuisien, à une communication temporaire, rétablie au Bartonien, entre les deux tronçons de l'ancien continent Nord-atlantique.

La belle étude synthétique des Mammifères de l'Eocène inférieur, qui termine le magistral exposé du Père Teilhard de Chardin, conduit l'auteur à grouper les types archaïques d'Euthériens en formes à dentition didelphoïde (Zalambdodontes, Mésonychidés, Créodontes subdidelphes) et formes à dentition lémuroïde, où à côté du tronc commun ayant donné les Lémuriens, Tarsidés, Chiromyidés, Condylarthres, Périssodactyles, Pseudocréodontes, Méniscothéridés, s'individualisent des ordres de bien plus ancienne différenciation, Rongeurs, Insectivores, Chiroptères, Simiens.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Biologie

La reproduction des Planaires. — Parmi les Planaires d'eau douce certaines se reproduisent non seulement par des œufs, mais encore, et tout simplement,

par division transversale. Quatre espèces européennes sont dans ce cas, à savoir : *Polycelis cornuta*, *Planaria alpina*, *Pl. vitta* et *Pl. subtentaculata*. Dans une thèse de doctorat récente, M. Vandel étudie avec beaucoup de talent cette reproduction si particulière, et cherche à préciser, par des expériences, le déterminisme des modes de reproduction sexué et asexué (*Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, T. LX, pp. 343 à 518, 1922).

La division telle que la décrit M. Vandel est un simple arrachement mécanique ; elle ne se produit pas à un endroit strictement délimité, mais un peu au hasard, tantôt au milieu, tantôt en avant ou en arrière de la cavité pharyngienne. C'est un phénomène extrêmement rapide, spontané et rythmique, avec cette restriction toutefois que les intervalles entre une scission et la suivante varient dans de très larges limites. La division n'a rien de commun avec les lacérations pathologiques que l'on observe chez des Planaires malades ou âgées. On pourraît être tenté de la rapprocher de l'autotomie, mais elle est plus que cela : c'est une véritable reproduction, bien qu'irrégulière et peu précise. Elle résulterait d'un manque de corrélation entre les parties antérieure et postérieure de l'individu. On peut l'accélérer, en décapitant l'animal, c'est-à-dire en supprimant le système de commande ; cependant, la décapitation n'agit ainsi que sur les individus capables de se diviser spontanément. La température aussi accélère le rythme de la scission, et même de façon beaucoup plus intense qu'elle n'accélère la croissance, ce qui indique que les deux phénomènes sont de nature différente.

Quelle est l'origine de la reproduction asexuée ? Pour M. Vandel, ce serait une *mutation*, apparue indépendamment du milieu, et immédiatement héréditaire. Elle n'est guère avantageuse pour l'espèce, et même serait désastreuse si les Planaires ne possédaient pas leur extraordinaire pouvoir de régénération. M. Vandel insiste beaucoup sur ce fait que les facteurs externes ne remplissent pas dans le déterminisme du mode de reproduction le rôle capital qu'on a voulu leur faire jouer. Les facteurs externes, — on vient de le voir pour la température, — accélèrent, ou retardent, ou inhibent les modalités du processus, mais à cela se borne leur action ; le processus même est déterminé par la constitution héréditaire de l'individu.

Il est assez curieux de voir ce jeune naturaliste, élevé par certains de ses maîtres dans le culte des doctrines lamarckiennes, s'en affranchir aussi résolument. Sans doute, est-ce une réaction salutaire contre les tendances de quelques biologistes à s'attarder indéfiniment aux idées lamarckiennes, et à ériger, parmi les ténèbres des recherches sur les êtres vivants, ce phare unique : le milieu. Mais, dans le cas particulier de la reproduction asexuée des Planaires, il se peut qu'en cherchant du côté des facteurs chimiques, M. Vandel aurait eu plus de prise sur les phénomènes qu'il a étudiés. On s'occupe toujours, par une sorte de tradition, du rôle des grands facteurs cosmiques : température, lumière. Il est possible cependant que la chimie ou la sérologie fournissent des moyens plus puissants de modeler à sa guise les organismes.

En étudiant la régénération des Planaires, M. Vandel a constaté que beaucoup d'éléments sont capables de se dédifférencier, de revenir à l'état embryonnaire et d'évoluer ensuite dans une nouvelle direction. C'est ainsi que les cellules qui ont servi à former l'appareil copulateur peuvent redonner naissance à un pharynx. M. Vandel a étudié également la reproduction sexuée, le mode de formation du cocon, la ponte et le développement post-embryonnaire. Il a pu apporter, sinon des preuves définitives, du moins des présomptions en faveur de l'idée que l'évolution des caractères sexuels secondaires, et en particulier de l'appareil copulateur est sous la dépendance des testicules qui exerceraient une action hormonique. Ce point est à retenir, car on ne connaît guère les hormones chez les Invertébrés. M. Vandel s'est enfin demandé quel est le rapport entre les modes de reproduction sexué et asexué. Les deux sont déterminés essentiellement par des facteurs héréditaires, et ils s'excluent mutuellement; mais la cause de cet antagonisme reste obscure, de même que sont encore inconnus le déterminisme et le rôle de la fécondation.

A. Drz.

Médecine

Le pseudo-beriberi. — L'ankylostomose, ou pseudo-beriberi, fait des ravages croissants en Afrique équatoriale. La maladie causée par un petit Nématode qui s'accroche à la muqueuse intestinale par un suçoir et des dents, est assez facile à diagnostiquer par les symptômes suivants : après une période plus ou moins longue de troubles digestifs (diarrhée simple ou dysentériforme, douleurs à l'estomac, vomissements, s'installe un état général caractérisé par : 1° Une anémie profonde (pâleur des conjonctives, teint gris) ; 2° une grande faiblesse avec angoisses et palpitations cardiaques ; 3° de l'œdème aux jambes et le gonflement des paupières ; 4° de l'albuminurie. Le pseudo-beriberi entraîne en Afrique une mortalité très élevée. Il peut être facilement combattu par un traitement facile.

Premier jour : un purgatif ; deuxième jour : 4 à 6 gr. de thymol en 4 doses espacées d'une heure ; troisième jour : nouvelle purgation. Le jour de l'administration du thymol, le malade ne doit prendre ni alcool ni huile.

Dr.

Géographie

Le passage du Nord-Est. — La guerre nous a empêché de continuer régulièrement la chronique des expéditions polaires, que nous avions commencée dans cette Revue il y a plusieurs années. Il nous paraît utile de faire une récapitulation rapide des résultats géographiques obtenus par les dernières expéditions, récapitulation d'autant plus nécessaire que quelques cartes récemment parues ne sont pas à jour à ce sujet (1).

De 1911 à 1913, le gouvernement russe fit étudier d'une façon complète les conditions de la navigation entre le détroit de Béring et l'embouchure de la Kolyma. Le vapeur *Kolyma* réussit à plusieurs reprises le voyage, qui, lorsque les glaces ne sont pas exceptionnellement défavorables, demande 5 jours à peine : un chenal à peu près libre existe en été le long de la côte et les glaces qu'on rencontre n'offrent généralement pas d'obstacles insurmontables.

L'ouverture de ces lointaines régions au commerce maritime n'est pas absolument dénuée d'importance; l'ivoire fossile, assez abondant dans la Sibérie septentrionale, peut être une source importante de profits, les peaux d'animaux à fourrure pourront être trans-

(1) M. Charles Rabot a publié dans la *Revue de Géographie* de 1921 un travail très intéressant : *Les explorations polaires pendant la guerre*. J'aurai l'occasion au cours de ces courtes notes de faire plusieurs emprunts à cette étude importante.

portées à bien meilleur compte que par les routes de l'intérieur.

En 1913, deux navires brise-glaces, le *Taymir* et le *Vaïgatch* firent un voyage remarquable, sous le commandement du capitaine de frégate Vilkitski. Partis du détroit de Béring, ils firent route vers l'ouest et découvrirent, au Sud-Est de l'île Bennett, une petite île volcanique, qui fut appelée île Vilkitski. Ils naviguèrent auprès de l'emplacement présumé de la terre Sannikov, sans voir de terre. Puis ils firent l'hydrographie de la presqu'île Taymir jusqu'au cap Tcheliouskine, qu'ils atteignirent le 1er septembre. La glace les empêcha alors de continuer leur voyage le long de la côte et ils cherchèrent un passage plus au Nord. Cette recherche leur fit découvrir, à 30 milles au Nord-Est du cap, une petite île, qui fut appelée l'île du Tsarevitch Alexis, et plus au Nord, à une trentaine de milles de l'île Alexis, ils aperçurent une terre aux montagnes escarpées, couverte de glaciers, sur laquelle ils purent débarquer, le 4 septembre, par 80° de latitude. La Terre Nouvelle, qui s'étend jusqu'au 81e degré, fut appelée Terre Nicolas II.

Les deux navires ne réussirent pas à trouver un passage vers l'ouest, et revinrent vers le détroit de Béring, après avoir touché à l'île Bennett.

En 1914, le *Taymir* et le *Vaïgatch*, toujours sous les ordres du capitaine de frégate Vilkitski, reprirent la route de l'Océan glacial. Au Sud-Est de l'île Bennett, ils découvrirent une nouvelle île par 76° 10'N et 153° E; puis ils complétèrent la reconnaissance de la Terre Nicolas II. Le 23 août 1914, ils doublèrent, cette fois sans difficultés, le cap Tcheliouskine. Vilkitski croyait être sûr de gagner la Russie en une seule saison, lorsque ses navires furent brusquement pris par les glaces aux environs des îles Nordenkjold. On craignit un moment qu'ils n'eûssent pas assez de combustible pour continuer leur voyage l'été suivant et le gouvernement russe, auquel les préoccupations de la grande guerre ne faisaient pas oublier ses explorateurs, organisa une expédition de secours. L'événement ne justifia pas ces craintes et, en septembre 1915, les deux navires rejoignirent Arkhangel sans difficultés.

Le *Taymir* et le *Vaïgatch* sont, avec le *Véga* de Nordenkjold, les seuls navires qui ont pu, jusqu'à ce jour, franchir le passage du Nord-Est et tous les trois durent mettre deux années pour faire le voyage.

« Un nouvel océan est ouvert » avait télégraphié Nordenskjold au roi de Suède, de sa première escale sur les côtes du Pacifique. C'était là un télégramme un peu hyperbolique. **J. R.**

Statistique

Les industries minières en Indo-Chine (année 1920). — Les statistiques minières de 1920, comparées à celles de 1919, fournissent les données suivantes, exprimées en tonnes :

	1920		1919	
Charbon maigre.....	659.617	693.181	622.424	648.728
— gras.....	33.464		26.304	
Lignite.....	7.186		16.415	
Minerais de zinc.....	7.198		15.934	
— de fer.....	2.376		5.100	
Phosphates de chaux.	13.200		7.050	
Minerai mixte d'Etain et de Tungstène...	438		429	
Etain métal.....	96,5		81	
Graphite.....	»		7.501	
Pierres précieuses....	3.413 carats		2.853 carats.	

Il y a donc, en 1920, une augmentation assez sensible dans la production des charbons et des phosphates ; celle de l'étain et du tungstène reste sensiblement stationnaire (région du Pia-Ouac). Toutes les autres industries minières sont en baisse, et même certaines sociétés ont suspendu leurs exploitations (fer, graphite).

Les charbonnages restent toujours la principale richesse minière de la colonie, donnant en moyenne un bénéfice net de 20 fr. par tonne. Il regrettable que des exploitations plus rationnelles et des sociétés mieux outillées ne viennent intensifier la production d'un bassin houiller extrêmement riche, plus grand que celui du Nord de la France, et admirablement situé près de la mer ou de grandes rivières navigables. **Dr.**

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Electricité

Un réseau suisse d'énergie à 135.000 volts. — On sait qu'en Suisse la distribution de l'énergie électrique est déjà très bien organisée ; provenant en majeure partie de la houille blanche, le maximum d'énergie disponible est obtenu en été alors que le maximum de consommation est en hiver. Comme il existe peu de centrales capables d'accumuler des réserves hydrauliques pendant l'été, il y a donc lieu d'exporter l'énergie, pendant la belle saison, dans les grands centres de consommation qui devront par conséquent être réunis avec les centrales électriques par un réseau général à haute tension, ce qui constituera, en quelque sorte, un gigantesque système de barres omnibus qui absorbera et répartira l'énergie disponible.

M. de Watteville qui décrit (*Houille Blanche*, mars-avril 1922) le poste de transformation à 135.000 volts, de Goesgen, indique les grandes lignes principales projetées : l'une suivant le versant nord des Alpes ; l'autre partant de Kallnach, près de Berne, passant par Olten et allant à Zurich et une troisième ligne à la frontière septentrionale Delle, Bâle, Schaffhouse. Des lignes transversales réuniront les Centrales.

Le poste de Goesgen est du type extérieur, et monté sur une charpente métallique formée de trois travées dont les deux externes ont 5 mètres de largeur, celle du centre, 10 mètres et doublé par un étage supérieur.

Les sectionneurs sont suspendus à des chaînes à isolateurs à 8 chaînons comme tous les autres conducteurs ; divers modèles d'interrupteurs à huile sont en essai. Les transformateurs sont placés dans les axes des trois travées ; près de ce poste de plein air, se trouve un bâtiment affecté à la surveillance, le téléphone et le tableau de commande.

L'évaluation de cette installation est, d'après les nombres signalés par M. de Watteville, 6 à 7 fois moindre que celle d'un poste de mêmes caractéristiques électriques, construit dans un bâtiment fermé. **L. R.**

Cinématographie

Projecteur à arc sans ombres portées. — L'arc électrique est le luminaire qui convient le mieux aux

projections, parce que c'est celui qui fournit le plus de lumière sous le plus faible volume et se rapproche, autant que possible, des conditions théoriques ; mais, en revanche, il exige un réglage assez délicat et une surveillance constante. Le réglage ou *centrage* du point lumineux doit être d'autant plus parfait que la source éclairante est plus petite, et le moindre déplacement altère la netteté des images : un écart de 1 ou 2 millimètres à droite ou à gauche suffit pour rendre la projection inégalement éclairée, avec des différences de coloration sur les bords. C'est pourquoi les arcs de projection sont munis de plusieurs crémaillères permettant de déplacer le point lumineux dans tous les sens. De plus, l'ombre portée par les charbons diminue le rendement de la lampe ; cette ombre est bien atténuée par la position oblique du cratère, mais non pas entièrement supprimée.

Tous ces inconvénients sont évités par l'application de l'arc Garbarini aux projections. Rappelons brièvement en quoi consiste ce luminaire. Le pôle positif de la source d'électricité est relié à un charbon à mèche et métallisé, disposé horizontalement. Le pôle négatif communique avec un anneau de cuivre creux, refroidi par un courant d'eau, et dont la surface interne, taillée en biseau, entoure le charbon positif. L'arc jaillit entre ce charbon et l'anneau, autour duquel il tourne rapidement, sous l'action électro-magnétique déterminée par un solénoïde intercalé dans le circuit et dont les spires entourent l'anneau. Cette rotation s'effectuant à raison de quelque 800 tours à la minute, la persistance des impressions rétiniennes fait voir un disque éblouissant, uniformément lumineux.

L'arc jaillissant du charbon à l'électrode circulaire dont il occupe le centre conserve toujours la même longueur ; donc, résistance ohmique constante, intensité constante, éclat constant, lumière fixe et homogène. L'allumage et le réglage s'effectuent automatiquement, au moyen d'un électro-aimant et d'un petit moteur. Le cratère reste toujours normal au condensateur, et toute la lumière est intégralement utilisée : la flamme tournant rapidement autour du charbon, l'œil ne voit qu'un point extrêmement incandescent, entouré d'une gaine légèrement bleutée.

La lampe Garbarini, enfermée dans un carter qui porte le condensateur, est beaucoup moins encombrante que les lampes ordinaires de projection. Le modèle de 25 ampères mesure seulement 20 centimètres de longueur, 12 centimètres de largeur et 19 cm. 5 de hauteur ; en fait, d'ailleurs, ce modèle équivaut à une lampe ordinaire de plus de 30 ampères, en raison du meilleur rendement lumineux. Outre l'économie d'énergie électrique, il faut aussi tenir compte de l'économie de charbon : 50 %.

Aucune manœuvre n'est nécessaire pour centrer le charbon, qui reste toujours maintenu au centre de l'anneau de cuivre. La surveillance de la lampe se réduit à peu de chose. Un quart-d'heure avant que le charbon soit usé, un signal en avertit l'opérateur. Si celui-ci n'en tient pas compte, l'arc s'éteint automatiquement, ce qui évite la destruction, si fréquente, des supports de charbons. Le remplacement du charbon s'effectue, du reste, très facilement et très rapidement, car il n'y a aucune vis à serrer ni à desserrer.

En résumé, le projecteur Garbarini, que son inventeur avait mis au point pendant la guerre, avec le concours de la Direction des Inventions, et qui a déjà rendu tant de services, notamment à bord des patrouilleurs, semble maintenant appelé à un brillant avenir dans les salles obscures, de plus en plus nombreuses, où des pinceaux lumineux créent ces tableaux animés que les Anglais ont si pittoresquement qualifiés de *moving pictures*.

E. C.

Chimie industrielle

Les procédés de fixation de l'Azote et la Société des Ingénieurs civils (*suite*). — Nous avons déjà signalé l'intéressante suite de communications présentées à la Société des Ingénieurs Civils sur le sujet général des procédés de fixation de l'Azote (1).

Nous avions souhaité qu'un arbitre éclairé vint exposer, sans aucune partialité, une comparaison documentée des divers procédés préconisés, au cours de la dernière séance, dite de discussions, qui devait terminer ces importantes réunions.

L'arbitre n'est pas venu, sans doute parce qu'il reste encore à trouver. Ceux qui tiennent à se former une opinion précise ont cependant recueilli des aperçus et une documentation contradictoire très précieux.

M. Gros a répondu à la critique d'un électricien, M. Courtois, qui prétend que si on veut utiliser les kilowatts disponibles à certains moments dans les réseaux de distribution sur des fours à *arc*, *on ira* au devant d'accidents très graves. Il faudrait installer les réseaux pour les fours. La réponse la plus convaincante était de rappeler qu'une installation de 18.000 kilowatts existe et fonctionne à Lanfenburg-sur-le-Rhin sans précautions particulières.

M. Grebel a montré que le sulfate d'ammoniaque des cokeries a sa place à côté du sulfate de synthèse et M. Harnist a aussi plaidé la cause du sulfate engrais convenablement utilisé.

M. Guillet est venu dire quelques mots sur le procédé au nitrure d'Aluminium. Il a rappelé que l'alumine, en pratique la bauxite, est capable de fixer l'azote en présence du carbone au four électrique. De longues études ont déjà été faites sur la production du nitrure d'Aluminium et jusqu à présent aucun procédé industriel n'était entré dans la pratique courante.

M. Guillet annonce que des essais récents sont plus heureux. Il souligne l'intérêt de ce succès. Le nitrure d'Aluminium réagit, en effet, sur l'eau pour donner l'ammoniaque, dont on a ainsi réalisé la synthèse, et l'alumine pure utilisable directement dans la fabrication de l'Aluminium. Si ce procédé au nitrure est véritablement mis au point, il doit modifier la technique de l'électrométallurgie du métal. Ce sont actuellement des procédés chimiques qui permettent de passer de la bauxite à l'alumine pur. Nous pouvons nous attendre à ce qu'on utilise de préférence le nouveau procédé qui aurait le grand avantage de livrer de l'ammoniaque comme sous-produit. Cette vue séduisante n'est assurément pas nouvelle dans la question de l'Azote mais il était important qu'un spécialiste de l'Aluminium comme M. Guillet vint exposer l'état de la question. M. Guillet a aussi montré brièvement la solution d'un certain nombre de problèmes métallurgiques posés par la mise en œuvre du procédé Claude.

Nous avions, dans notre résumé précédent, signalé dans l'exposé de M. G. Claude, relatif à son procédé de synthèse de l'ammoniaque, une certaine pauvreté de chiffres précis et détaillés de prix de revient. Il y avait là un contraste frappant avec l'exposé de M. Pa-

(1) *Revue Scientifique*, 27 mai 1922, p. 345.

tart qui avait donné tous les éléments des prix de revient dans le procédé dont il exposait les résultats. On comprenait bien que les industriels qui travaillent, en dépensant beaucoup, à mettre au point un procédé nouveau soient tenus à plus de discrétion que ceux qui versent dans le domaine public le résultat de leurs études. Cependant, M. Lheure qui suit l'application industrielle du procédé Claude a livré à la discussion ses prix de revient. Ce n'est pas la place ici de suivre la comparaison avec le procédé Haber. Cependant on n'a pas la sensation d'un prix de revient beaucoup plus réduit que celui du procédé allemand, malgré un rendement initial plus élevé. Il se dégage toutefois, de l'exposé très objectif de M. Lheure, l'impression que la solution Claude reste séduisante par la plus grande facilité de conduite et le moindre encombrement de son matériel dans le cas, surtout, de l'usine utilisant le gaz de fours à coke pour son hydrogène.

M. Patart a ensuite rappelé qu'il a seulement voulu exposer les résultats obtenus en Allemagne par le procédé qui y est actuellement mis en œuvre pour la production de l'ammoniaque synthétique. Il est bien certain, en effet, que dans son premier exposé, il a livré à la discussion tous les éléments désirables et que le jour où son mémoire complet sera publié les intéressés y trouveront tout ce qui leur est nécessaire pour conclure. Dans son second exposé, il s'est livré à une critique très serrée du procédé de M. G. Claude, à laquelle celui-ci a répondu. Nous n'entreprendrons pas, dans ce modeste résumé, de chercher à dégager les conclusions de la controverse. Les deux conférenciers connaissent le sujet dans ses moindres détails, en savants spécialistes ; ils sont servis l'un et l'autre par des tempéraments bien différents ; ils n'envisagent pas, en dehors de la question purement technique, les choses au même point de vue ; ils jonglent avec les prix de revient, les rectifient, les discutent avec une telle maîtrise que l'auditeur a une grande peine à suivre ces acrobaties vertigineuses ! Il ne peut s'en dégager pour lui, avant toute étude à tête reposée, qu'une imprécision assez confuse.

Mais on peut dire que la très belle manifestation de la Société des Ingénieurs a bien montré les véritables aspects de la question de l'Azote en France : diversité des méthodes en présence, difficulté de prendre une décision définitive pour choisir le procédé qui nous fournira le stock d'Azote engrais qui est nécessaire à notre agriculture et qui pourrait, si besoin en était, être utilisé à des emplois moins pacifiques. On ne s'étonnera plus des hésitations qui pourront encore se produire et des discussions qui s'ouvriront encore, en dehors même des milieux techniques, discussions qui promettent d'être passionnées. R. Gd.

Génie maritime

La construction mondiale des navires à moteur. — La construction des navires à moteur est surtout en pleine activité en Angleterre. Sur un total de 150 unités jaugeant ensemble 405.941 tonnes, actuellement en construction dans le monde entier, les chantiers anglais construisent à eux seuls plus que tous les autres réunis, avec un total de 229.325 tonnes, dont 173.000 aux chantiers Clyde. Neuf des principales sociétés ont entrepris la construction des moteurs Diesel de marine.

La proportion des navires à moteurs par rapport à celle des vapeurs s'accroît de plus en plus ; en Suède, par exemple, elle atteint 60.845 tonnes contre seulement 23.185 tonnes de vapeurs. Seule, la France demeure à peu près réfractaire à ce genre de progrès.

Dp.

Agronomie

La Syrie, sa valeur agricole, son avenir. — M. Huvelin, professeur à la Faculté de droit de Lyon, directeur de la Mission française en Syrie, a donné une esquisse déjà précise de la Syrie actuelle (*L'Asie française*, suppl., décembre 1921). De ce rapport, nous ne retenons que les faits bien établis, les estimations principales qui permettent de se faire une opinion.

C'est l'Agriculture qui a paru la source de productions économiques la plus sûre aux enquêteurs. La Cilicie produit déjà du coton en quantité appréciable, mais elle est en grande partie retirée des limites de notre mandat. Il sera possible, autant qu'on peut juger d'après les conditions climatiques et telluriques, de cultiver le coton dans le vilayet d'Alep. Il en est cultivé actuellement aussi près d'Homs dans le vilayet de Damas.

Les céréales forment une des plus importantes parts de la production agricole. La Syrie fut un des principaux greniers de Rome. Le rendement du blé est de 1.400 kilos par hectare, et en 1909, année déficitaire on sait que les vilayets d'Alep, Beyrouth, Damas, ont produit plus de 700.000 tonnes de blé. L'orge qui donne un rendement de 1.400 kilos également par hectare, figure dans les bonnes années pour 500.000 tonnes dans la production agricole syrienne.

Les autres productions agricoles sont les légumineuses, par ordre d'importance : lentilles, pois chiches, fèves, haricots, vesces et lupins.

Toutes ces cultures annuelles peuvent être étendues assez rapidement si l'on considère la surface imposante des terres cultivables encore incultes. M. Achard, ingénieur-agronome de la Mission, estime que sur environ 17.000.000 hectares il n'est cultivé que 775.000 soit 4,5 % et que l'agriculture peut mettre en valeur 4.600.000 hectares soit 28 % ou une surface six fois plus grande que celle utilisée par les indigènes.

La culture du coton pourrait ainsi être un appoint sérieux pour notre industrie, et il serait assez facile d'exporter près de deux millions de tonnes de blé.

Les cultures arbustives sont comme on sait très développées. Près de six millions de pieds d'oliviers ; une production d'huile de 15.000 tonnes qui ne donne d'ailleurs lieu qu'à une faible exportation.

La vigne prospère sur 84.000 hectares.

Le mûrier est en décroissance et cet état de choses nuit beaucoup à la sériciculture.

Les arbres fruitiers variés, figuier, pistachier, amandier, et surtout oranger et citronnier ont une production importante et donnent lieu à une exportation sérieuse.

La culture du sésame, celle du tabac sont à mentionner.

Parmi les produits de récolte de la flore spontanée, les « graines jaunes » (baies de nerprun), utilisées en teinturerie, la noix de galle, la vallonée, la scammonnée, la gomme adragante et surtout la réglisse alimentent un commerce d'exportation important.

Quant aux forêts, M. Huvelin déplore qu'elles aient été abusivement exploitées dans ces dernières années, pendant la guerre ; il dit, notamment, que des cèdres fameux, il ne subsiste que quelques échantillons délabrés, religieusement gardés dans un enclos. Un effort de reboisement s'impose.

L'élevage compte environ 4 millions de moutons et chèvres, 50.000 chevaux, 100.000 ânes et mulets, 450.000 bovidés et 150.000 chameaux.

La laine des moutons est de qualité moyenne. Les chevaux sont renommés, mais peu nombreux à présent. Les bœufs sont relativement rares et médiocres, dit le rapport. On distingue la race de Damas apparentée à la race égyptienne, bonne laitière, peu apte à la boucherie, et la race du Liban, meilleure pour la viande que pour le lait. Volaille abondante, miel et cire partout.

Somme toute, une large possibilité agricole avec une surface cultivable énorme par rapport à celle qui est exploitée actuellement. Il faut noter l'existence d'irrigations déjà faites par les indigènes et d'assez grandes possibilités encore. On estime la main-d'œuvre rurale insuffisante pour l'extension complète de la culture, mais on peut y pallier par l'instruction professionnelle, l'emploi de matériel perfectionné, l'accession des fellahs à la propriété et diverses autres mesures. Mais l'auteur pense que les 500.000 Syriens qui ont essaimé de par le monde, rentrés au bercail ne mettront pas la main à la charrue.

A côté d'un examen de la Syrie agricole il est nécessaire de placer un aperçu de la richesse minière du sol, des industries et du commerce.

Au point de vue minier, M. Huvelin dit que les concessionnaires de mines syriennes ont déployé du génie pour vendre la peau d'ours qui n'existait pas. La valeur des produits de l'extraction minérale ne dépasse pas annuellement 200.000 francs. C'est tout dire. Il existe un peu de fer, de chrome, d'asphalte ; chrome et asphalte dans la région de Lattakié. Le sel est abondant dans les dépôts des chotts qui bordent le désert. Un peu de lignite. Mentionnons des réserves de houille blanche à mettre en valeur. Le point de vue industriel nous fait connaître l'existence de nombreux établissements, ateliers plutôt qu'usines, de filature, tissage, huilerie et toute la série des métiers que l'on est habitué à rencontrer avec la civilisation orientale.

Route entre deux mondes, la Syrie restera, au point de vue commercial, un grand foyer d'échanges, avec évidemment l'extension nécessaire des ports, voies de communication, entrepôts, centres de séjour, marchés, etc. De ce côté un effort sérieux permettra à la Syrie de développer son rôle historique de voie du commerce.

Le plus grand fournisseur de la Syrie est l'Angleterre, 35 % des importations. (France 3e rang avec 9,3 %) ; le plus grand client, c'est la France avec 32 % des exportations. Les nombres très significatifs abondent dans l'étude de M. Huvelin ; nous n'en avons extrait que fort peu, et c'est à dessein, car on ne peut songer à conserver dans quelques lignes une profusion de nombres qui au contraire évoluent à l'aise dans un vivant mémoire de 50 pages in-4°. Nous ne pouvons qu'engager à la lecture de cet opuscule recommandé par le comité de l'Asie française. (Délégation du général, haut commissaire de la République française en Syrie, 21, rue Cassette.) L. R.

Agriculture coloniale

Les ricins d'Indo-Chine. — Avant la guerre, MM. Dubard et Eberhardt avaient déjà étudié des ricins exotiques et publié certaines analyses comparatives au sujet de leur richesse en matières oléagineuses. Le développement de l'aviation de guerre a créé, pour l'huile de ricin, des débouchés tellement considérables, qu'une étude rationnelle des ricins indo-chinois a été entreprise alors au Jardin Colonial (ministère des Colonies), ainsi qu'une comparaison avec les ricins anglais.

Cette étude vient de démontrer que les ricins indochinois sont de qualité au moins égale, voire même supérieure, aux ricins indiens connus sur le marché sous les noms de « ricins de Coromandel » et « ricins de Bombay ».

Ils ont donné pleine satisfaction, à tous points de vue, aux industries métropolitaines qui les ont utilisés. Sur tous les lots examinés, la richesse en huile de la graine brute entière a varié de 49,2 à 51,1 % ; celle-ci est donc supérieure à la moyenne des ricins indiens (46-48 %), et n'est dépassée que par celle de certains ricins du Nord de l'Afrique (54,6 %). Dr.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 26 juin l'Académie a procédé à l'élection du successeur de M. Ph. A. Guge, de Genève, correspondant de la section de chimie. M. Amè Pictet, de Genève, était présenté en première ligne ; Sir Robert Hadfield, de Sheffield, sir William Pope, de Cambridge (Angleterre), M. Th. W. Richards de Cambridge (Etats-Unis) étaient présentés en deuxième ligne. M. Amè Pictet a été élu par 42 suffrages sur 45 votants.

— Dans la même séance, M. Maurice d'Ocagne a lu une notice sur la vie et les travaux de Jules Carpentier.

— Dans la séance du 3 juillet, M. Albert Recoura, professeur à l'Université de Grenoble, a été élu membre correspondant, en remplacement de M. Solvay, décédé.

— S. A. Sérénissime, le prince de Monaco, membre associé de l'Académie des Sciences, vient de mourir. Par testament, il a légué à l'Académie la somme de 1 million de francs.

Académie de Médecine. — Le 26 décembre prochain, l'Académie commémorera le centenaire de la naissance de Pasteur, par une séance solennelle. Le professeur Delezenne parlera de l'influence de Pasteur sur la biologie générale ; le professeur Widal, sur la médecine générale ; le professeur Wallich, sur l'obstètrique ; le professeur Barrier sur la médecine vétérinaire ; le professeur Calmette, sur l'hygiène.

— Dans la séance du 20 juin, le Dr Legry, professeur agrégé à la Faculté de médecine, connu par ses nombreux travaux d'anatomie, a été élu, en remplacement de Ranvier, au premier tour par 49 voix contre 12 à M. Pettit, 7 à M. Klippel, 7 à M. Josné et 1 à M. Roussy.

— Le prince de Monaco, qui vient de mourir, a légué, à l'Académie de Médecine, la somme de 1 million de francs.

Troisième conférence internationale de chimie. — Vingt-trois pays étaient représentés à la conférence qui vient de se réunir à Lyon sous la présidence de M. Ch. Moureu, de l'Académie des Sciences, président de l'Union internationale de chimie pure et appliquée. Parmi les membres de la délégation française se trouvaient MM. Béhal, Daniel Berthelot, Henry Le Chatelier, Lindet, Lumière, Sabatier de l'Académie des Sciences, le professeur Grignard, MM. Kestner, président de la Société de Chimie industrielle, Coignet, séna-

teur, président de l'Association d'expansion économique, Jean Gérard, secrétaire général de l'Union. Parmi les questions portées à l'ordre du jour de la Conférence, citons: la Réforme de la nomenclature ; l'Entente pour la bibliographie ; l'organisation de l'Institut international d'étalons chimiques et d'analyses ; les brevets internationaux; les tables des constantes, etc.

Congrès international de géologie. — MM. A. Lacroix, Ch. Barrois, P. Termier, Em. Haug sont délégués au XIII[e] congrès géologique international, qui se tiendra à Bruxelles au mois d'août prochain.

— Le dernier Congrès international s'est tenu à Toronto, en 1913; c'était le douzième. Le treizième Congrès aura lieu du 10 au 19 août 1922, à Bruxelles. Les excursions géologiques commenceront dès le 1[er] août et se poursuivront jusqu'en septembre. Pour tous renseignements, s'adresser au Service géologique de Belgique, Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

Association française pour l'avancement des Sciences. — Le Congrès annuel se tiendra à Montpellier, du 24 au 29 juillet prochain, sous la présidence de M. le professeur Mangin, directeur du Muséum National d'Histoire.

Hôpitaux de Paris. — Sont nommés médecins des Hôpitaux, MM. M. P. Weil, René Benard et Huber.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Nous extrayons du Journal de l'Association générale des étudiants *L'Université de Paris* les dernières statistiques contenant les chiffres des étudiants inscrits dans l'ensemble des cinq Facultés, depuis l'année 1913.

	Français	Etrangers
1913	14.040	3.516
1914	14.198	3.048
1915	3.323	934
1916	4.369	1.153
1917	4.827	1.198
1918	5.998	1.426
1919	9.088	1.938
1920	15.208	2.553
1921	17.621	3.564

L'année scolaire 1921-22 qui vient de se terminer comptait donc 3.581 étudiants français de plus qu'en 1914. Le nombre d'étrangers est resté sensiblement le même. En vue de faciliter la vie matérielle de l'Etudiant, un bureau de placement a été ouvert à la Sorbonne et l'Association des Etudiants a créé un Office du « travail intellectuel ».

Faculté des Sciences. — Pour permettre aux étudiants de fixer leur emploi de temps, dans le prochain semestre d'hiver 1922, la Faculté vient de publier le programme des cours qui s'ouvriront dès le 3 novembre prochain.

— Géométrie supérieure. M. Cl. Guichard, professeur : Théorie générale des réseaux O associés. Jeudis, samedis, 10 h. 1/2.

— Calcul différentiel et Calcul intégral. M. Goursat, professeur : Opérations et éléments de la théorie des fonctions analytiques. Lundis, jeudis, 9 heures.

Conférences : M. Julia, maître de conférences. Vendredis, 15 h. 1/2.

— Applications de l'analyse à la géométrie en vue du Certificat de calcul différentiel. M. Drach, professeur. Lundis, 10 h. 3/4. Problèmes principaux de la théorie des surfaces au point de vue analytique. Mardis, 15 h. 1/2.

— Mécanique rationnelle. M. Montel, professeur : Dynamique du point et Statique. Mardis, samedis, 9 heures.

M. Drach, professeur : Cinématique. Mercredis, 15 h. 1/2.

Conférences : M. Cahen. Vendredis, 9 h. 1/2.

— Théorie des groupes et Calcul des variations. Application à l'intégration des équations différentielles. M. Vessiot, professeur. Mercredis, 17 heures, vendredis, 15 h. 1/2.

— Mathématiques générales. M. Montel, professeur. M. Denjoy, chargé de cours. Mercredis, jeudis, 17 h.

Conférences de mécanique. M. Thybaut. Mardis, 17 h. 1/2.

Travaux pratiques. M. Cahen. Vendredis, 17 h. 1/2.

— Calcul des probabilités et Physique mathématique. M. E. Borel, professeur : Théorie de la déformation des milieux continus. Mardis et vendredis, 10 h. 1/2.

— Mécanique physique et expérimentale. M. Kœnigs, professeur : Principes généraux de mécanique appliquée. Moteurs hydrauliques et thermiques. Mardis, 14 heures ; jeudis, 15 heures.

— Astronomie. M. Andoyer, professeur. Lundis, mardis, 10 h. 1/2.

Conférences : M. Lambert. Lundis, mardis, 9 heures.

— Aviation (Fondation Basil Zaharoff). M. Marchis, professeur : Etat actuel de l'aérodynamique. Mardis, jeudis, 17 h. 1/2.

— Physique, Electricité. M. Fabry, professeur. Mardis et samedis, 10 h. 1/2.

Thermodynamique. M. Leduc, professeur. Mercredis, vendredis, 14 heures.

Pesanteur, forces amortissantes, propriétés mécaniques des vibrations. M. Guillet, professeur. Lundis et jeudis, 14 h. 1/2.

— Physique générale et Radioactivité. Mme Curie, professeur : Ions, électrons ; radioactivité. Lundis, mercredis, 17 heures.

Conférences de chimie physique (fondation Otto Kahn). M. Debierne. Mardis, jeudis, 14 heures.

— Physique théorique et céleste. M. Sagnac, professeur : Mécanique de la lumière et les systèmes de mouvements. Lundis, vendredis, 15 h. 3/4.

— Electrotechnique générale. M. Janet, professeur : Lois générales machines à courant continu. Mardis, jeudis, samedis, 9 heures.

— Optique appliquée. M. Fabry, professeur. Mercredis, vendredis, 10 h. 3/4.

M. Dunoyer (Instruments). Lundis, jeudis, 9 h. 1/4.

Institut d'optique, 140, boulevard du Montparnasse.

— Physique du globe. M. Maurain, professeur : Propriétés physiques générales du Globe. Vendredis, 10 h. 1/2.

Champs magnétiques et électriques. Lundis, 9 h. M. R. Dongier : Propriétés physiques de l'atmosphère. Mouvements généraux. Précipitations, phénomènes optiques etc. Lundis, 10 h. 1/2.

Climatologie. Samedis, 10 h. 1/2.

— Chimie physique. M. J. Perrin, professeur : Atomistique, molécules, atomes. Emission et absorption de la lumière. Structure intime des atomes. Vendredis et samedis, 17 h. 1/2.

M. Mouton. Application à la biologie. Mardis, 17 heures 1/2.

— Chimie. M. Le Chatelier, professeur : Lois générales (licence). Mardis, 10 h. 1/2.

Mécanique chimique. Samedis, 10 h. 1/2.

Mémoires originaux de Chimie minérale. M. Guichard, professeur. Lundis, jeudis, 14 heures.

Série acyclique. M. Haller, professeur. Mardis, vendredis, 10 h. 1/2.

Série cyclique, M. Blaise, professeur. Lundis, jeudis, 10 h. 1/2. — Rapport entre la Chimie générale et la Chimie analytique (licence). Mardis, 14 heures.

Rapport entre la Chimie générale et la Chimie analytique (licence). Mardis, 14 heures.

Chimie des complexes. M. Urbain, professeur. Vendredis, 14 heures.

Chimie analytique. M. Auger, professeur. Lundis, vendredis, 9 heures.

— Chimie appliquée. M. Chabrié, professeur : Appareillage. Combustibles. Chauffage. Sels ammoniacaux. Synthèse de l'ammoniaque. Mardis, 9 heures.

— Chimie biologique. M. Fernbach, professeur : Propriétés physiques des microbes. Mardis, jeudis, 14 h.

Conférences (certificats). M. Javillier. Lundis, vendredredis.

— Minéralogie. M. Mauguin. Mercredis, samedis, 8 heures 1/2.

— Zoologie. M. Perez, professeur : Poissons. Lundis, mardis, 10 heures.

Echinoderme. M. Herouard, professeur. Mardis, jeudis, 14 h. 1/2.

— Anatomie et physiologie. M. N., professeur.

— Evolution des êtres organisés. M. Caullery, professeur : Histoire de l'évolution des doctrines de la biologie. Mercredis à 14 heures.

Phénomènes initiaux du développement. Samedis, 10 heures 1/4.

— Botanique. Cryptogames. M. G. Bonnier, professeur. Mardis, vendredis, 15 h. 1/2.

Tissus. M. Combes. Lundis, 17 heures.

Monocotylédones. M. Blaringhem. Jeudis, 10 heures.

— Physiologie. M. Portier, professeur : Fonction de nutrition. Jeudis, 14 heures ; vendredis, 17 heures.

— Physiologie végétale. M. Molliard, professeur. Jeudis, samedis, 10 h. 1/2.

— Géologie. M. Haug, professeur. Vendredis, samedis, 14 h. 1/4.

Paléontologie. M. Joleaud. Jeudis et vendredis, 11 h.

Pétrographie. M. Michel-Lévy. Lundis et mardis, 11 heures.

— Géologie appliquée et géologie régionale. M. L. Bertrand, professeur : Gîtes métallifères. Mercredi, 17 heures.

Europe et Afrique du Nord. Vendredis, 17 heures.

— Géographie physique. M. Gentil, professeur : 1° Géodynamique interne ; 2° Afrique du Nord. Mercredis, jeudis, 14 heures.

Climatologie. M. Dongier. Samedis, 10 h. 1/2.

— Le nouveau certificat. M. P. C. (Mathématiques, Physique et Chimie) sera utilement préparé par les étudiants qui se proposent de préparer plus tard le certificat de chimie générale.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. et Mme Boullet, de Canteleu (Seine-Inférieure), ont fait donation à la chaire d'entomologie (lépidoptères) de la nue propriété de 12.000 fr. de rente française.

— Pour la prochaine année scolaire, une bourse de stagiaire (4.800 fr.) est vacante pour un étudiant docteur ès-sciences naturelles. Quatre bourses de doctorat (3.000 fr.) sont aussi vacantes. Les demandes doivent être adressées au directeur du Muséum avant le 15 septembre.

Université de Rennes. — Par décret du 20 juin, les Instituts d'enseignement supérieur, créés par la municipalité de Nantes, sont rattachés à l'Université bretonne. A la Faculté des Sciences sont rattachés : l'Institut polytechnique de l'Ouest et l'Institut d'enseignement des sciences naturelles.

Université de Grenoble. — Pour compléter l'enseignement de l'Institut d'électrochimie et d'électrométallurgie, une maîtrise de conférences d'analyse chimique industrielle vient d'être créée.

Université de Montpellier. — En date du 22 juin, la chaire de clinique des maladies des enfants est déclarée vacante.

— La délibération du Conseil de l'Université portant la création d'un Institut de botanique est approuvée.

— M. Estor, professeur de clinique infantile, est nommé professeur de clinique chirurgicale.— M. Massabuau, professeur d'anatomie pathologique, est nommé à la chaire de clinique chirurgicale infantile.

Université de Lyon. — M. Moreau, professeur de matière médicale et botanique, est nommé professeur de pharmacie.

Université de Nancy. — M. Michel, professeur de médecine opératoire, est nommé professeur de clinique chirurgicale.

Institut technique de Normandie. — L'Institut vient d'être rattaché à la Faculté des Sciences de Caen ; on y a organisé, pour les étudiants, des exercices pratiques de langue allemande.

Ecoles vétérinaires, doctorat en médecine vétérinaire. — Le dernier Congrès vétérinaire de Lyon avait repris le vœu d'un précédent Congrès de Montpellier pour la création d'un doctorat en médecine vétérinaire. Une entente entre le Ministre de l'Agriculture et le Ministre de l'Instruction publique fixera les modalités de la collation de ce nouveau grade.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Pour la nomination d'un suppléant des chaires de physique et chimie à l'Ecole d'Angers, un concours s'ouvrira à la Faculté de pharmacie de Paris, le 15 janvier 1923.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 12 juin

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* **Sur les figures intégrales singulières des systèmes positifs du premier ordre n'impliquant qu'une seule fonction inconnue.**

— *Torsten Carleman* (prés. par M. E. Borel). **Sur les séries asymptotiques.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *G. Valiron* (prés. par M. E. Borel). **Sur la méthode d'approximation d'Hermite.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Georges Rémoundos.* **Sur le problème général de la poussée des Terres.**

— *A. Rateau.* **Théorie générale du turbo-compresseur pour moteurs d'avions.**

Le turbo-compresseur se compose d'une turbine motrice, actionnée par les gaz d'échappement du moteur,

et d'un ventilateur centrifuge dont la roue mobile est calée sur le même arbre que la roue de la turbine. Le ventilateur aspire l'air de l'atmosphère environnante et le refoule au moteur après en avoir élevé la pression.

M. Rateau établit la formule fondamentale qui relie les diverses grandeurs mises en jeu. Il montre qu'il est aisé de remettre, à n'importe quellé altitude, le moteur dans les conditions de fonctionnement au sol ; il existe cependant, à cause des fuites, une contrepression d'échappement légèrement plus forte.

MÉCANIQUE ET CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* **Trois classes de vibrations isochrones non entretenues et trois types de machines horaires fixes. Instruments nouveaux pour l'étude expérimentale des viscosités.**

L'auteur met en évidence, comme conclusion de son étude, la possibilité d'une solution de la question suivante : « Les résistances passives qui se rattachent à la viscosité des liquides se réduisent-elles à une simple résistance visqueuse ou comportent-elles encore, associée à la précédente, la résistance d'un frottement spécial ayant des lois assez analogues à celles que l'on rencontre dans le glissement relatif des solides ? »

On peut répondre à cette question en se servant de balances spéciales dont les oscillations sont enregistrées à la fois photographiquement et chronométriquement.

ASTRONOMIE. — *E. Merlin* (prés. par M. H. Andoyer). **Sur le calcul des coordonnées héliographiques.**

Les formules établies par M. Merlin permettent de tenir compte de la parallaxe et de bénéficier des perfectionnements apportés aux instruments astronomiques, qui permettent de connaître la distance angulaire de deux points d'une même image du Soleil avec une précision de quelques centièmes de seconde d'arc.

THERMODYNAMIQUE APPLIQUÉE. — *Maurice Leblanc.* **Sur l'emploi de l'air comme agent frigorifique.**

L'air apparaît comme préférable au gaz ammoniac. Il est inoffensif ; on n'a donc pas à interposer, entre lui et les corps à refroidir, un intermédiaire, tel que la saumaure, comme avec le gaz ammoniac. Par l'étude des cycles théorique et réel d'une machine frigorifique, on est amené à l'emploi d'un compresseur à clapets automatiques, dit *compresseur watté,* parce que tout le travail qu'il absorbe est communiqué à l'air, sans avoir à être récupéré partiellement et à l'utilisation d'un détendeur spécial, dit *détendeur déwatté,* parce qu'il restitue intégralement à l'air le travail fourni par celui-ci. Une telle machine a été construite et fonctionne convenablement.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE SUPÉRIEURE. — *Dufour* (prés. par M. Appell). **Sur la réfraction d'un pinceau lumineux dans le cas général.**

L'auteur établit les trois équations qui définissent le faisceau réfracté, en faisant intervenir l'invariant optique du premier ordre $n\cos i.di$.

PHYSIQUE. — *A. Andant* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les variations de l'opulescence critique avec le remplissage des tubes et la nature des liquides étudiés.**

On définit le remplissage des tubes par le rapport D, mesuré à 18°, du volume du liquide au volume de la vapeur contenue dans le tube. Pour l'éther, la température T_c' de réapparition du ménisque dans un tube de Nätterer est donné par la relation parabolique.

$$T_c' = 190°,04 + 12,75\,D - 12,50\,D^2.$$

L'étude des quatre acétates de méthyle, d'éthyle, de butyle et d'isobutyle a mis en évidence que les intensités d'opalescence augmentent plus rapidement, lorsque la température décroît, pour l'acitate d'isobutyle que pour celui de méthyle.

ELECTRO-OPTIQUE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Sur la mesure précise des niveaux d'énergie de l'atome de baryum et sur l'apparition du spectre L d'ionisation.**

Grâce à l'emploi d'une technique nouvelle (C. R. t. 174, p. 1347, 1922) l'étude approfondie du spectre de haute fréquence du baryum qui est, entre l'argent et les terres rares, l'élément à la fois le moins fusible et le plus aisément isolable à l'état de pureté, a mis en évidence des faits nouveaux d'une certaine importance. En particulier, pour la première fois en ce qui concerne un élément autre que l'uronium, on a pu mesurer d'une façon précise l'énergie des niveaux de basse fréquence.

— *de Broglie* et *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Sur un nouveau phénomène d'absorption observé dans le domaine des rayons X.**

Déjà, les auteurs avaient signalé l'existence de raies d'absorption au voisinage des limites de haute fréquence. Mais il s'agit cette fois de raies observées dans le spectre d'émission du baryum, sans qu'aucune bande d'absorption soit visible. Le phénomène est différent du précédent et son siège est à l'anticathode.

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel* et *L. Royer.* **Sur les liquides à plans équidistants de Grandjean.**

La structure à plans équidistants découverte par Grandjean dans le cyanbenzalaminocinnamate d'amyle se retrouve dans beaucoup d'autres cas. MM. Friedel et Roger l'ont observée, en particulier, dans un grand nombre de sels de chlolestérine. Le caractère essentiel de cette structure est l'existence d'un pouvoir rotatoire énorme résultant, sans doute, d'une très forte torsion spontanée qui se manifeste dans les minuscules intervalles compris entre deux plans de Grandjean successifs.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Le Chatelier.* **Sur la représentation géométrique des équilibres salins.**

A une note du professeur Jaenecke qui réclame la priorité de l'emploi du diagramme carré, utilisé par lui (Zeitsch für anorg. Chemie, t. 51 1906), le savant professeur de la Sorbonne rappelle qu'il a fait connaître ce mode de représentation déjà en 1894, pour l'étude de la fusibilité d'un mélange de quatre sels (C. R. de l'Acad. des Sciences, t. 118 1894). Ses élèves et lui en ont fait depuis lors de fréquents usages.

— *A. Damiens* (prés. par H. Le Chatelier). **Sur la cristallisation du tellure amorphe.**

On sait que la cristallisation d'un solide amorphe se fait avec dégagement de chaleur. Le tellure semblait faire exception à cette règle ; mais ce fait était la conséquence de chaleurs de réactions mal définies. Le tellure obéit à la loi générale :

$$\text{Te amorphe} = \text{Te cryst.} + 2\ \text{cal. } 63$$

Le Tellure ne se présente que sous une seule forme cristalline, il n'y a pas de différence entre le produit trempé et le produit non trempé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Locquin* et *Sung Wouseng* (prés. par M. Haller). **Sur la préparation des dialcoylvinylcarbinols.**

Poursuivant leurs recherches sur les dialcoyléthinylcarbinols, les auteurs obtiennent, par hydrogénation nickelique, les alcools éthyléniques tertiaires qu'ils appellent dialcoylvinylcarbinols. Les alcools acétyléniques tertiaires

$RR' - C(OH) - C \equiv CH$ donnent

$RR' - C(OH) - CH = CH_2$, par exemple

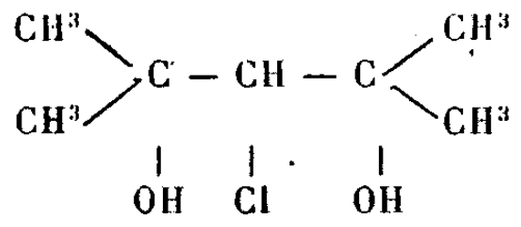
le méthylisohexylvinylcarbinol donne le dipropylvinylcarbinol.

— *E.-E. Blaise* et *Mlle Montagne* (prés. par M. A. Haller). **Action du chlorure de thionyle sur les acides-alcools α.**

Avec l'acide glycolique, on obtient un chlorosulfite de chlorure d'acide ; avec les acides lactique et α-oxyisobutyrique, on obtient des anhydrosulfites d'acides alcools, qui réagissent sur les alcools pour donner les éthers des acides alcools correspondants. Avec les arylamines, on a les amides.

— *Pastureau* et *H. Bernard* (prés. par M. Béhal). **Sur la chlorhydrine de l'oxyde de mésityle et sa transformation en chlorhydrine de la tétraméthyglycérine.**

Cette chlorhydrine donne, avec CH^3MgI, un produit d'addition, qui, décomposé par l'eau, fournit la chlorhydrine de la tetraméthylglycérine



A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *Charles Depéret*. **Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.**

L'auteur continue son étude du Quaternaire marin du nord de l'Europe par les contrées qui entourent le massif fenno-scandinave : Hollande, Danemark, Allemagne du Nord. Il retrouve dans ces pays riverains de la mer du Nord et de la Baltique les diverses glaciations et étages marins interglaciaires qu'il a décrits dans les Iles Britanniques.

BOTANIQUE. — *Edmond Gain* (prés. par M. Gaston Bonnier) **Sur la réststance comparative à la chaleur des poids végétatifs de l'embryon du Grand-Soleil.**

L'activité germinative d'une semence normale se manifeste en divers points végétatifs localisés ou diffus dans certains tissus : point végétatif radiculaire, point végétatif gemmulaire et aussi trois régions d'accroissements intercalaires qui sont l'axe hypocotylé, la base des cotylédons et la masse générale des cotylédons.

Parmi les embryons soumis au chauffage, il en est qui gardent cinq, quatre, trois, deux ou un seulement des divers points végétatifs dont il vient d'être parlé. La résistance relative de ces points de croissance est d'autant plus grande qu'on s'éloigne du point radiculaire pour passer à l'axe hypocotylé, à la gemmule, à la base des cotylédons puis au bord libre des feuilles cotylédonaires.

— *Maurice Lenoir* (prés. par M. Gaston Bonnier). **La cinèse somatique dans la tige aérienne d'*Equisetum arvense* L.**

A la suite d'observations sur la division du noyau dans la tige de l'*Equisetum arvense* L. aux diverses périodes de l'interphase, de la prophase, de la métaphase, de l'anaphase et de la télophase, l'auteur arrive à cette conclusion que la substance fondamentale du chromosome est la nucléoline (= pyrénine ou plastine des auteurs) ; la chromatine en dérive.

— *Mlle Marguerite Larbaud* (prés. par M. G. Bonnier). **Anatomie des fleurs d'une même espèce à diverses altitudes.**

Les poils sont plus nombreux en montagne qu'en plaine, plus gros et plus serrés sur les pédoncules et sur les sépales. Sous les épidermes des pédoncules et des sépales, le tissu palissadique est toujours plus développé en montagne qu'en plaine.

Les tissus des fleurs de plaine sont moins compacts, leurs cellules sont très souvent arrondies, laissant entre elles des méats et même des lacunes. Les tissus des fleurs de montagne sont plus denses, leurs cellules sont plus souvent polyédriques, les méats moins nombreux, plus petits, et les lacunes tendent à disparaître. L'air est plus sec en montagne qu'en plaine, d'où la présence de tissus moins lacuneux et plus denses dans les plantes des hautes altitudes.

PHYSIOLOGIE. — *Gabriel Bidou* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Musculomètre artificiel.**

Ce musculomètre est un appareil qui, à côté des mesures géométriques, fait appel aux mesures dynamométriques. Il permet de déterminer et, en même temps, d'étalonner le ressort-muscle artificiel de remplacement.

L'application du système permet aux amputés de cuisse d'équilibrer le poids de leur appareil de prothèse, aux hémiplégiques de marcher, etc...

ENTOMOLOGIE. — *Clément Vaney* et *Jean Pelosse* (prés. par M. E.-L. Bouvier). **Origine de la coloration naturelle de la soie chez le *Bombyx mori*.**

La coloration du sang du ver et des cocons du *Bombyx mori* paraît provenir des pigments xanthophylliens de la feuille de mûrier qui, après avoir dialysé à travers la paroi intestinale du ver, pénètrent dans le milieu sanguin où ils subissent une oxydation plus ou moins profonde sous l'influence de la tyrosinase secrétée par les leucocytes. Suivant les degrés de cette oxydation, il en résultera des colorations diverses : jaune, si l'oxydation est faible, jaune-verdâtre si elle est plus grande et blanc-jaunâtre ou verdâtre lorsqu'elle est beaucoup plus accentuée.

La coloration des cocons se trouve en relation avec une sécrétion plus ou moins abondante de tyrosinase.

ANATOMIE. — *Aron* (prés. par M. Widal). **Sur le développement des caractères sexuels primaires chez les Urodèles. Hypothèse sur son déterminisme.**

Les Urodèles présentent une évolution dissociée et fort nette des caractères sexuels. Les caractères sexuels primaires, chez le mâle, apparaissent relativement très tard, alors que la glande génitale est depuis longtemps différenciée. Il est donc inexact d'admettre que la genèse de ces caractères se produit lors de la première flexion des gonocytes. Ce que par contre l'on constate, c'est que leur développement est accompagné et paraît conditionné par la formation, dans le testicule, d'un tissu glandulaire particulier.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Bouin* (prés. par M. Widal). **La dipyrénie des spermies dans certaines doubles spermatogenèses est obtenue par une mitose hétérotypique qui se produit au cours du développement.**

Dans les doubles spermatogenèses des Myriapodes, la dipyrénie des spermies est le résultat d'une mitose hétérotypique qui ne peut s'être produite qu'au cours de la lignée germinale. La dipyrénie étant réalisée avant la spermatogenèse, il apparaît que le grand et le petit chromosome spéciaux de la Scutigère doivent être considérés comme des hétérochromosomes de taille différente, qui ont opéré leur disjonction d'une façon précoce et qui, dès lors, doivent se comporter comme des chromosomes ordinaires au cours des mitoses spermatogénétiques.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *A. Pézard* (prés. par M. E.-L. Bouvier). **Notion de « seuil différentiel » et explication humorale du gynandromorphisme des oiseaux bipartis.**

Les oiseaux « bipartis » sont des sujets chez lesquels le plumage est partagé en deux moitiés différentes suivant le plan de symétrie du corps : l'une, d'aspect mâle,

l'autre, d'aspect femelle. Le pinson décrit par Max Weber en 1890 présentait, à droite, un testicule correspondant au demi-plumage mâle, à gauche un ovaire correspondant au demi-plumage femelle.

Les récentes recherches de l'auteur sur la loi du « tout ou rien », complétée par la notion de « seuil différenciel » lui suggèrent une interprétation de ce phénomène qui a tout au moins le mérite d'être en complet accord avec les faits établis.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *A. Desgrez, H. Bierry* et *F. Rathery* (prés. par M. F. Widal). **Régime équilibré et acidose diabétique.**

Avec une ration bien équilibrée et adaptée à chaque cas, l'élimination du glucose et des « corps acétoniques » peut, chez le diabétique acidosique, tomber à un taux voisin de celui du jeûne, à condition de donner, progressivement et sans la dépasser, la quantité maxima d'hydrates de carbone qui peut être assimilée. C'est dans cette voie qu'il convient, selon les auteurs, de chercher la solution du problème diététique pour le diabétique, et non dans la suppression exclusive des protéines, des graisses, ou même des sucres, comme l'ont proposé divers auteurs.

BACTÉRIOLOGIE. — *Pierre Goy* (prés. par M. Roux). **Physiologie microbienne et facteur accessoire de la croissance.**

Les résultats que l'auteur a obtenus ne sont nullement superposables à ceux de la commission britannique, car, si les extraits d'œufs frais, ou de levures sèches par exemple, contiennent à la fois le facteur *B* en abondance et une vitamine des plus actives pour la levure, par contre les jus de citrons ou d'oranges, riches surtout en vitamines *C*, se sont montrés comme l'extrait de viande conservée, dépourvus de tout facteur de croissance nécessaire aux animaux supérieurs, bien que très actifs néanmoins vis-à-vis des Saccharomyces. Même remarque pour le sang de cobaye mort d'avitaminose expérimentale et pour l'extrait de culture d'amylomucor β (Delemar).

Il semble impossible à l'auteur de titrer le facteur *B* en étudiant son action sur la prolifération d'une culture de levure.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Charles Lebailly* (prés. par M. Roux). **La durée de la période contagieuse dans la fièvre aphteuse.**

La conclusion qui ressort des expériences de l'auteur c'est que la propagation se fait par les animaux malades aux seules périodes d'incubation et d'invasion et pendant un temps très court.

En période épidémique, il faut se méfier beaucoup moins des animaux qui bavent depuis quatre jours, car alors ils sont inoffensifs puisque le virus de la fièvre aphteuse meurt sur place, que de ceux en apparence sains.

A ceux-ci on devrait toujours, au contraire, imposer une quarantaine avant de les introduire dans un troupeau indemne.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 19 juin 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gosse* (prés. par M. Goursat). **Des équations aux dérivées partielles du second ordre intégrables par la méthode de Darboux.**

— *Riquier*. **Sur l'élimination des constantes arbitraires.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs). **Surfaces applicables avec égalité des rayons de courbure principaux.**

GRAVITATION EINSTEINIENNE. — *Marcel Brillouin*. **Champ isotrope. Sphère fluide hétérogène.**

THERMODYNAMIQUE APPLIQUÉE. — *Maurice Leblanc*. **Sur une nouvelle machine frigorifique à air.**

Ainsi que cela a été indiqué dans la séance précédente, cette machine comprend un *compresseur watté*, un *détendeur dewatté*, un refroidisseur, un réfrigérant et deux ventilateurs. La note actuelle contient la description du dispositif adopté, qui est capable de rivaliser, à tous les points de vue, avec les machines à gaz ammoniac.

ELECTRICITÉ — *L. Dunoyer* et *P. Toulon*. **Sur la polarité de l'arc électrique.**

Cette polarité peut être obtenue avec des électrodes dont l'une est refroidie et fonctionne comme anode. Les auteurs ont obtenu des arcs polarisés d'une parfaite stabilité en associant, à l'électrode froide, deux électrodes de charbon entre lesquelles jaillit un arc d'entretien. L'électrode froide est constituée par un tube conducteur refroidi par un courant d'eau. La polarisation est pratiquement parfaite pour des tensions alternatives inférieures à 500 volts ; mais pour des tensions plus élevées, par exemple 900 volts, la polarisation est moins bonne.

— *B. Szilard* (transm. par M. J. Violle). **Sur un nouvel électromètre à index rigide destiné à la mesure des radiations.**

Au lieu de supporter, comme dans ses premiers appareils, les aiguilles par des pivots associés à un spiral, M. Szilard emploie comme suspension un ruban fin, *tendu*, dont la torsion sert de couple antagoniste.

— *F. Guéry* (prés. par M. Paul Janet). **Sur une propriété curieuse d'un montage spécial des machines électriques excitées en série.**

Si ces machines sont montées *en zigzag*, c'est-à-dire si l'induit de l'une est monté en série avec l'inducteur de l'autre et si tous les ensembles d'un inducteur et d'un induit sont mis en parallèle les uns avec les autres, on démontre, dans le cas de deux machines, que le régime est stable ; dans le cas de quatre machines, qu'il y a un régime oscillatoire non amorti ; de même dans le cas d'un plus grand nombre de machines et du chiffre *n* impair. On peut dire que, pratiquement, le montage en zigzag est applicable seulement à deux machines.

— *Edouard Belin* (prés. par M. Maurice Leblanc). **Sur la transmission de l'écriture et des dessins par T. S. F.**

A la transmission, les manipulateurs sont actionnés suivant le mode habituel ; à la réception, on emploie le galvanomètre enregistreur (oscillographe ou galvanomètre à corde). Pour la synchronisation, on réglait à l'avance les mouvements des horloges des appareils transmetteurs et récepteurs.

On a obtenu ainsi l'inscription de messages venant d'Amérique, recueillis par la station radio de la Croix-d'Hins.

RADIOACTIVITÉ. — *Pierre Jolibois* et *Robert Bossuet* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Précipitation par la soude du nitrate d'uranyle. Radioactivité du précipité.**

Cette précipitation se fait en deux temps : il apparaît d'abord un produit gélatineux jaunâtre, difficile à filtrer, qui contient une partie très importante de l'uranium X. Le liquide restant diffuse la lumière et dépose, par ébullition, un nouveau précipité.

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel* et *L. Royer*. **Sur les liquides à plans équidistants de Grandjean.**

Deux faits nouveaux confirment l'interprétation du phénomène décrit dans la séance précédente (voir ce numéro, p. 458). On les observe avec les mélanges de cyanbenzolaminocinnamate d'amyle et de benzoate de

cholestérine au voisinage du point de fusion isotique 0, soit par l'inversion du pouvoir rotatoire, soit par la longueur d'onde.

— *Henri Longchambon* (prés. par M. F. Wallerant). **Etude spectrale de la triboluminescence du saccharose.**

On casse du sucre devant la fente d'un spectroscope à équipage en quartz, placé dans une salle obscure. On obtient le même spectre que celui fourni par l'effluve dans l'air à la pression ordinaire ; ce qui permet de conclure que la triboluminescence du sucre est due à l'effluve résultant de la séparation brusque des parcelles solides de ce corps, qui jouit des propriétés pyroélectriques.

MÉTÉOROLOGIE. — *A. Rateau* **Pressions et poids spécifiques d l'air en atmosphère normale.**

L'auteur a calculé le coefficient A de la formule

$$Z = - A . \log \frac{p}{p_0},$$

tiré d'observations par ballons-sonde faites par M. Soreau ou recueillies à l'Observatoire de Lindenberg. On obtient, pour la troposphère ($Z < 11$ km) ;

$$A = 19{,}125 - 0{,}221\ Z \text{ (Lindenberg)}$$
$$A = 18{,}965 - 0{,}218\ Z \text{ (Soreau)}$$

Au-dessus de 11 km. (stratosphère), le coefficient A est représenté par un arc d'hyberbole.

M. Rateau établit qu'il est préférable de déterminer la densité par les courbes graphiques, traduisant les observations elles-mêmes que par des formules empiriques, qui ne conviennent plus du tout au-dessus de 11 km.

R. Dongier.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Geloso* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur l'adsorption du fer par les précipités de bioxyde de manganèse.**

Complétant un précédent travail (Nicolardot, Geloso et Rengade C. R. Acad. 1920), l'auteur précise les conditions de l'absorption ; celle-ci résulte de l'hydrolyse de l'hydrate ferrique ; aussi l'acidité de la liqueur qui diminue l'hydrolyse rend-elle l'absorption moins grande. Pour doser le fer entraîné, on l'a séparé de Mn par le cupferron.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Dufraisse* et *P. Gérard* (prés. par M. Ch. Moureu). **L'action des alcools sur l'α-bromobenzalacétophénone.**

Les auteurs avaient montré que l'α-bromobenzalacetophénone

$$C^6H^5 - CO - CBr = CH - C^6H^5$$

se combinait à l'éthanol et que le composé saturé obtenu perdait HBr pour donner le dérivé éthylénique. Ces réactions ont été reproduites avec les alcools en C, C^3, C^4 à chaîne longue ou ramifiée ; elles apportent un argument en faveur de la réaction Wislicenus.

A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *Charles Depéret.* **Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.**

L'auteur termine son étude des formations quaternaires marines du nord de l'Europe par un court aperçu sur l'histoire du bouclier scandinave. Ce bouclier a été le centre de dispersion des grands *inlandsis* qui ont envahi à diverses reprises le nord de l'Europe à l'époque quaternaire. Le mouvement d'exhaussement qui a affecté le bouclier fenno-scandinave à l'époque postquaternaire se décompose en trois étapes progressives qui coïncident avec la fonte de plus en plus accusée du grand inlandsis. M. Depéret présente en outre, dans cette Note, quelques observations nouvelles sur les lignes de rivage quaternaires, relatives à la côte atlantique marocaine et à la côte française de la Manche.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *St. Jonesco* (prés. par M. G. Bonnier). **Sur la répartition des anthocyanidines dans les organes colorés des plantes.**

Les anthocyanidines, en tant que pigment coloré et à l'état libre, n'existent pas dans tous les tissus colorés qui contiennent de l'anthocyane. Elles semblent caractéristiques des organes d'un rouge pur, tandis que l'on trouve à leur place un pigment jaune dans les organes colorés en bleu, en violet ou dans ceux d'un rouge pourpre, chez lesquels les anthocyanidines font complètement défaut.

PHYSIOLOGIE. — *E. Wollman* et *M. Vagliano* (prés. par M. Roux). **Influence de l'avitaminose sur la lactation.**

Mis à un régime avitaminé, le rat femelle continue à fournir pendant 8 jours environ du lait de qualité et en quantité suffisante pour assurer le développement des petits. Plus tard, la sécrétion lactée devient insuffisante ; cette insuffisance ne porte pas que sur les vitamines, car l'adjonction de celles-ci à l'alimentation ne change rien aux résultats.

Les petits rats à la mamelle sont capables, dès les premiers jours de leur vie, d'utiliser les vitamines d'origine étrangère (sous la forme d'extraits de levure et de beurre). Ce fait présente un intérêt pratique au point de vue de l'alimentation du nourrisson.

— *G. Mouriquand* et *P. Michel* (de Lyon) (prés. par M. Widal). **Sur l'auto-immunisation contre les regimes carencés.**

Les auteurs sont parvenus à déterminer un *scorbut chronique* tout différent du scorbut aigu. La plupart des cobayes atteints de scorbut chronique, après avoir présenté des manifestations scorbutiques typiques, recouvrent un état normal, sans qu'aucun changement ait été apporté à leur régime qui reste rigoureusement celui qui a déterminé les premières manifestations scorbutiques. Tout se passe dans ces cas comme si l'organisme avait acquis une sorte d'immunité vis-à-vis de l'aliment carencé, comme il l'acquiert vis-à-vis de certaines intoxications ou infections.

Pour que puisse s'installer cette sorte d'auto-immunisation plus ou moins durable de l'organisme contre la carence alimentaire, il faut tout d'abord que le régime ne soit que partiellement carencé.

— *L. Panisset* et *J. Verge* (prés. par M. E. Leclainche). **Les « donneurs de sang » en médecine vétérinaire.**

Chez l'homme, si l'on met en contact des sangs de même espèce, mais provenant d'organismes différents, il peut survenir soit l'agglutination, soit la lyse des hématies. L'auteur a essayé de reconnaître si ces actions réciproques d'agglutination et d'hémolyse pouvaient survenir dans les organismes animaux avec la même fréquence que dans les organismes humains.

Chez le cheval, il paraît à peu près inutile de se préoccuper des actions réciproques d'agglutination et de lyse. Cependant, il est bon de se méfier lorsque le sujet récepteur a déjà été transfusé plusieurs fois.

Les bovidés sont, au contraire, particulièrement sensibles aux transfusions. Pour éviter, chez le bœuf, les dangers de l'agglutination et de l'hémolyse, il faudra, avant toute transfusion, pratiquer quelques essais préliminaires.

PROTOZOOLOGIE. — *Jean Delphy* (prés. par M. F. Mesnil). *Gregarina Sœnuridis* **Köll et son hôte.**

L'hôte de cette Grégarine est le *Pachydrilus verrucossus* Clap. Dans un lot de Pachydrilos parasités, les

individus qui présentent des trophozoïtes forment toujours une très faible majorité. La *Gregarina Sœnudiris* Kôll. passe par un stade *Monocystis*, puis par un stade *Zygocystis*. Elle est très différente de l'*Urospora Sœnuridis* Ray Lankester, parasite du Tubifex des ruisseaux. Dans aucun des cas envisagés dans cette Note, la Grégarine du Pachydrile verruqueux n'est animée de mouvements propres.

PARASITOLOGIE. — *W.-R. Thompson* (prés. par M. P. Marchal). **Etude de quelques cas simples de parasitisme cyclique chez les insectes entomophages.**

Dans le cas où la présence du parasite n'empêche pas l'hôte de progresser en nombre et en activité destructive, elle produit au moins un léger ralentissement de cette augmentation, ce ralentissement pouvant à un certain moment aboutir à l'anéantissement de l'hôte. Il serait facile de montrer, dit l'auteur, par la simple étude des équations, que cette affirmation a une valeur générale.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. *C. Levaditi* et *S. Nicolau* (prés par M. Roux). **Vaccine et néoplasmes.**

L'origine embryologique des néoplasmes domine leur affinité pour la vaccine : les tumeurs épithéliales ecto-endodermiques permettent la culture du virus vaccinal, à l'encontre des tumeurs sarcomateuses mésodermiques qui, elles, détruisent ce virus.

La vaccine fait perdre aux cellules néoplasiques épithéliales leur pouvoir de greffe.

L'épithéliome, contaminé par la vaccine, subit une excitation néoformative avant de se ramollir, de se nécroser et de s'éliminer.

La cellule cancéreuse emprunte à l'organisme qui l'héberge l'état réfractaire vaccinal conféré à ce dernier. Elle est cependant incapable de se vacciner pour son propre compte, ce en quoi elle diffère des éléments cellulaires normaux. Il s'ensuit que toute cellule qui, pour des raisons encore inconnues, devient élément néoplasique, acquiert, de par ce fait, des aptitudes nouvelles.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Essai d'une extension de l'inertie. Inertie polymorphe, inertie finale, inertie intellectuelle, science et inertie; le retour des phénomènes et des idées, par Michel C. Stephanidès. In-8° de 15 pages. Elefterondakis et Barth, Librairie internationale, Athènes.

Dans cet opuscule, l'auteur donne un résumé systématique de son hypothèse d'une inertie universelle de tous les phénomènes naturels et moraux. Dans l'application de cette idée, qui n'est peut-être pas nouvelle, il cherche des indications sur la solution des problèmes de psychologie collective, que pose l'Histoire des sciences. Il veut prophétiser par extrapolation sur la Science de l'avenir : le sens de son évolution actuelle lui paraît révélé par une réaction visible contre notre système de recherche contemporain, trop réaliste et trop rigoriste ; et il affirme sa conviction que la Science future retournera aux motifs intellectuels de la philosophie postsocratique. Il ne me paraît pas possible de prendre ici parti pour ou contre ce jugement : je crois cependant pouvoir affirmer que l'auteur est légèrement ambitieux.

G. Bouligand.

Magnetizzazione della elettricita, par M. Nicollô Mancini. Une brochure in-8° de 92 pages. Libreria Internazionale, 20, via Tornabuoni, Firenze. — Prix : 6.50 lires.

Dans cet ouvrage, l'auteur interprète certaines observations qu'il a faites sur l'électricité du soleil et sur le magnétisme terrestre. Il expose en outre les raisons physiques qui le conduisent à admettre un système de gravitation uniquement électro-magnétique, s'écartant du système de Newton et de celui de la relativité. Selon ce système « l'énergie de l'électricité et l'énergie magnétique, au lieu de se propager par ondulations, transmettraient des pressions angulaires causant des rotations électromagnétiques sur les masses. » A. Bc.

L'énergétique de la Vie, par M. Stephane Leduc, professeur à l'Ecole de Médecine de Nantes, correspondant de l'Académie de Médecine. Un volume in-8° de 198 pages, A. Poinat, éditeur, 21, rue Cassette, Paris. — Prix : 5 francs.

Tous les êtres vivants, depuis l'homme et les animaux supérieurs jusqu'aux organismes les plus élémentaires et jusqu'à la cellule elle-même, sont des transformateurs d'énergie qui emmagasinent l'énergie potentielle des aliments sous une forme où elle se conserve jusqu'à ce qu'une excitation étrangère en vienne provoquer le dégagement et la transformation.

Telle est la thèse développée par M. Leduc, qui insiste sur l'importance qu'elle devrait avoir comme principe directeur dans nombre de traitements médicaux. Trois chapitres envisagent plus particulièrement les applications de la théorie ; ils sont relatifs à : l'énergie mécanique et la médecine : l'énergie calorifique et la médecine ; l'énergie électrique, la vie et la médecine. A la vérité, ce dernier chapitre, fort intéressant, est surtout consacré au rôle de l'électrolyse dans l'organisme ; mais on sait que M. Leduc fait de nombreuses recherches expérimentales sur les applications médicales des ions électrolytiques et il expose surtout le résultat de ses études.

On trouvera donc, dans cet ouvrage, un exposé clair de faits connus et des aperçus nouveaux. Regrettons seulement l'incorrection et même l'inexactitude de quelques définitions, telles que celles-ci : « La masse est le rapport d'une force à une accélération *c'est-à-dire à une longueur* $M = \frac{F}{L}$ »(p. 7) ; confondre une accélération et une longueur est une grave erreur. — Et plus loin : « On a bientôt reconnu que dans les transmissions et transformations de mouvement ce n'est pas la force qui est constante, mais le produit de la force par l'espace et par le temps. *C'est le produit force, espace, temps, que l'on appelle énergie, qui est l'invariant* (p. 13) » ; le temps n'a pas à intervenir dans l'expression d'une énergie, qui, équivalente à un travail, s'exprime par le produit d'une force et d'une longueur. A. Bc.

La Cellule. Recueil de Cytologie et d'Histologie générale, tome XXX (1er et 2e fascicules et tome XXXI (2e fascicule). Louvain, 1919 et 1920.

De 1914 à 1919, la publication de « La Cellule », avait été interrompue par suite des graves et douloureux événements qui se produisirent en Belgique et

spécialement à Louvain. Les volumes dont il est question ici sont donc les premiers qui apparaissent après la guerre. Ils contiennent 15 mémoires d'importance très inégale. Sept d'entre eux concernent les microsporidies et sont dus à P. Debaisieux; on y trouve une étude sur *Thelohania varians ;* une autre sur *Glugea danilewskyi* et *G. mulleri ;* une troisième spécialement sur les espèces parasites des larves de Simulium ; une quatrième sur *Glugea anomala,* et enfin trois autres études sur *Cœlomycidium simulii ; Mysidium liberkühni et Haplosporidium nemertis.*

Les autres mémoires se rapportent à diverses questions de cytologie, particulièrement à la spermatogenèse des Mammifères (mémoire de Lucien van Hoof), à la genèse des myofibrilles (mémoire de P. Gaudissart), au cytoplasme d'une saprolégnée (mémoire de Giullier-mond), à la spermatogenèse et à l'ovogenèse de sacco-cirrus major (travail de de Baehr), à la cinèse atypique des cellules adipeuses de Pyrrhocoris (mémoire de J. Kowalski), à la structure de *Merocystis kathœ,* parasite du rein des Buccins (ce travail est dû à un jeune auteur, Charles Foulon, qui fut tué dans l'hôpital de Hoogstade le 21 juin 1917) et enfin à la ponte et l'éclosion de l'œuf chez les Locustiens. Ces nombreux mémoires attestent la puissante vitalité qu'a reprise la belle publication cytologique de l'Université de Louvain.

A. LÉCAILLON.

Annual report of the board of régents of the Smithsonian Institution (*showing the opérations, expenditures, and conditions of the Institution for the year ending june* 30, 1918) ; Governement printing Office, Washington ; 1920

Cet intéressant Recueil comprend outre une partie administrative et l'indication des diverses recherches et explorations entreprisés sous le patronage de la célèbre Institution, un certain nombre de Notices très intéressantes : La découverte de l'hélium et ce qu'il en est advenu, par C. G. Abbot ; l'exposé des progrès de la navigation, par R. H. Curtiss ; les Tornades dans les Etats-Unis, par Robert Ward ; la puissance du vent par James Carlill ; notice sur Langley ; les expériences de P. W. Brigdman sur les propriétés des substances sous les pressions élevées, par Abbott ; les problèmes du plomb radioactif, par C. G. Abbott ; Reconstruction de reptiles dans le Muséum National des Etats-Unis ; Essai sur l'origine et l'évolution des flores (Paléobotanique), par Edward Berry ; L'action directe du milieu et l'évolution par le Prince Kropotkine : les faits fondamentaux de l'évolution des insectes, par S. Chetverikov ; la vie psychique des insectes, par L. Bouvier ; l'histoire des outils, par Flinders Petrie ; Notice sur Sir Joseph Hooker, etc, etc. A. Bc.

La peste, par le Dr Ed. JOLTRAIN, chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris, 1 vol. in-16 de 184 pages avec 15 figures. Maloine et Fils, 27, rue de l'Ecole de Médecine, Paris. — Prix : 8 francs.

Ce petit volume est une excellente monographie de la peste considérée au point de vue de son étiologie, de ses formes cliniques et de son traitement. Elle est parfaitement au courant des données les plus récentes et ce n'est pas surprenant puisque son auteur, chargé par la Préfecture de Police d'étudier les premiers cas de l'épidémie survenue l'année dernière à Paris, a lui-même apporté une contribution importante de faits nouveaux aux connaissances que nous possédions déjà sur le diagnostic par les méthodes sérologiques.

Le retour offensif de la peste dans notre capitale d'où elle était absente depuis 1669, a montré aux praticiens la nécessité d'être sans cesse prêts à lutter contre elle. Pour cela il est indispensable de bien connaître ses particularités cliniques, ainsi que l'usage des armes si efficaces que les travaux des Pastoriens ont mises à notre disposition pour lui barrer la route, sujets sur lesquels ils trouveront justement dans l'ouvrage de M. Joltrain toutes les indications désirables. Ce petit volume sera d'ailleurs parcouru avec intérêt et profit par toutes les personnes instruites, car on ne comprend bien la prophylaxie de la peste que si l'on possède des notions précises sur son étiologie, sur le rôle des rats et des puces dans sa transmission et sur son mode de traitement. En cas d'épidémie grave, il serait à désirer qu'il y eût beaucoup de Français éclairés, capables de faire pénétrer autour d'eux cette vérité que, parmi toutes les mesures de défense, la meilleure est la vaccination anti-pesteuse, inoffensive et d'une efficacité reconnue. Enfin, nous voulons espérer que tous les fonctionnaires qui — trop nombreux — dirigent, sans avoir fait d'études médicales, un service public d'hygiène, se feront un devoir de lire le livre si clair du Dr Joltrain ; certains chapitres semblent écrits à leur intention. A. B.

Précis de thérapeutique médicale oto-rhino-laryngologique, par le Dr G. DE PARREL. 1 vol. in-8° de 671 pages. A. Maloine et Fils, Paris. — Prix : 28 francs.

La chirurgie joue un rôle fort important dans le traitement des affections des oreilles, du rhino-pharynx et du larynx ; « mais dans bien des cas, on enraye ou guérit les maladies en faisant simplement appel aux ressources de la pharmacologie, de l'hygiène et de la diététique, des vaccins et des sérums, des agents physiques et des manœuvres physiologiques de rééducation fonctionnelle ». C'est toute cette thérapeutique, purement médicale que le Dr de Parrel a eu l'heureuse idée d'exposer dans ce précis, qui est vraiment le complément indispensable de nos meilleurs traités d'otorhinolaryngologie dont les tendances sont généralement plutôt chirurgicales.

Les spécialistes consulteront avec profit cet ouvrage qui constituera pour eux un excellent aide-mémoire. Les étudiants en fin d'études trouveront également en lui un précieux guide pour leurs débuts, mais ce sera surtout aux praticiens éloignés des grands centres, qu'il rendra le plus de services. Enfin, il ne sera pas déplacé dans la bibliothèque des familles cultivées qui y puiseront de précieuses indications sur la prophylaxie des maladies de la gorge, des oreilles et du nez, et les précautions qui permettent d'éviter leurs complications souvent si graves. Il les aidera à mieux appliquer les prescriptions et les conseils d'hygiène donnés par les spécialistes.

L'auteur qui tenait à écrire un ouvrage surtout pratique en a soigneusement éliminé les indications bibliographiques. Il en a banni avec raison les indications et les procédés anciens afin de pouvoir s'étendre davantage sur les méthodes thérapeutiques reconnues comme les plus efficaces et de faire connaître les résultats des modes de traitement paraissant appelés à prendre une grande importance dans la thérapeutique oto-rhino-laryngologique. Il y a introduit notamment deux chapitres fort intéressants sur la bactériothérapie et la radiumthérapie. Ce dernier est dû au docteur Rubens Duval ; le premier qui ne comporte pas moins de 38 pages et qui constitue un véritable

précis de vaccinothérapie spéciale a été rédigé par le Dr Cohendy, de l'Institut Pasteur. A. BERTHELOT.

Les Monuments mégalithiques de Carnac et de Locmariaquer. Leur destination. Leur âge, par M. Z. LE ROUZIC, conservateur du Musée Miln à Carnac. In-16 de 48 pages avec 5 figures et 1 carte. Nouvelle édition. Lafolye, imprimeur-éditeur, Vannes. — Prix : 2 fr.

M. Le Rouzic est le seul archéologue ayant une connaissance parfaite des monuments mégalithiques de la région de Carnac qu'il étudie depuis de longues années, sans idées préconçues, ne tenant compte que des renseignements que lui donnent ses fouilles faites si consciencieusement. Le premier, il a pu dire avec certitude, il y a quelque trente ans, que les dolmens de Carnac et Locmariaquer appartenaient à une époque déjà très avancée. Il le répète aujourd'hui dans cet opuscule (page 40) et dit avec raison qu'il faudra les attribuer non pas au néolithique (comme s'obstinent à le faire les auteurs de Traités didactiques qui n'ont pas pris la peine de les étudier sur place), mais aux époques du Bronze et du Fer.

C'est pourquoi, le petit livre très instructif, dont il donne cette 3e édition, est particulièrement intéressant, car il est tout à fait personnel et fournit les renseignements les plus exacts sur les principaux monuments de cette extraordinaire région de Carnac, vaste nécropole dont nous ne voyons plus actuellement que les derniers mais importants vestiges échappés, comme par miracle, au vandalisme des possesseurs du sol et des pillards.

Grâce à M. Le Rouzic, un grand nombre de ces sépultures, sont relevées de leurs ruines et leur protection en est maintenant assurée.

Nous espérons donc qu'il écrira, quelque jour, un ouvrage moins bref que celui qu'il publie aujourd'hui, lorsqu'il aura terminé, avec son élève, M. Péquart, les nouveaux travaux de fouilles qu'il m'a été donné de suivre et qui ouvrent dès maintenant une ère nouvelle à ce que l'on peut appeler la « science des mégalithes ». C'est un nouveau chapitre de l'Histoire de la Gaule, et l'un des plus curieux, qu'ils sont en train d'élaborer.

L. FRANCHET.

A French-english dictionnary for chemists, par Austin M. PATTERSON. 1 Vol. in-16, reliure souple, de 384 pages sur 2 colonnes J. Wiley and Sons New-York et Chapman and Hall Ltd, 11 Henriette Street Covent Garden, London WC2 Prix : 18 Sh.

Ce dictionnaire très bien composé et soigneusement édité rendra de grands services aux chimistes obligés de traduire en anglais des textes techniques français ; ils l'apprécieront d'autant mieux que l'auteur y a introduit, à côté des termes scientifiques un grand nombres de mots usuels, les dispensant de l'usage d'un autre dictionnaire. Tous ceux qui l'utiliseront regretteront que M. Patterson, n'ait point publié, en même temps que ce volume, une partie anglo-française.

A. B.

Pour qu'on aime la Géographie, par Emile MILLER, Professeur de Géographie à l'Université de Montréal. In-16 de 242 pages. Ducharme 36*a* ouest, Rue Notre-Dame, éditeur, Montréal.

En 250 pages très substantielles, M. Miller retrace toute l'histoire géographique de la terre et l'évolution de la géographie depuis ses origines, La lecture de cet intéressant petit livre fera, en effet, aimer la géographie de ceux qui la négligent ou qui s'en désintéressent parce que, mal enseignée en général, elle possède un mauvais renom.

M. Miller a su montrer, au contraire, combien elle est attrayante, et combien elle est indispensable à l'histoire. Le but qu'il s'est proposé sera certainement rempli.

L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Jean Epstein. — La Lyrosophie. In-16 de 229 pages. La Sirène, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Mac Leod. — Introduction à la géométrie non euclidienne. In-8° de 433 pages avec 1 planche. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

J. Levainville. — L'industrie du fer en France. In-16 de 120 pages avec 4 cartes. (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

J. Rouelle. — Travail et élaboration de l'acier. In16 de 120 pages avec 45 figures. (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

R. Bourgeois et *Noirel.* — Géodésie élémentaire. In-16 de 460 pages avec 138 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 17 francs.

B. Laurent. — Poste et postiers. In-16 de 380 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

A. Savoie. — Meunerie, Boulangerie, Pâtisserie. In-16 de 400 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

M. Bodin. — L'Institutrice. In-16 de 350 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Doleris, Perrot et Lecoq. — La farine de malt, la pratique du maltage et les farines maltées du commerce. In-8° de 63 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 1 fr. 50.

Paul Lévy. — Leçons d'analyse fonctionnelle. In-8° de 440 pages avec 5 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Université d'Alger. — Esquisse agronomique et agrologique de la région de Sétif. In-4° de 73 pages. Carbonel, éditeur, Alger.

Hj. Sjögren. — Bulletin of the geological institution of the University of Upsala. In-8° de 260 pages avec 5 planches et 1 carte. Almqvist et Wiksells Boktryckeri-Aktiebolag, éditeur, Upsala.

A. Berthoud. — La Constitution des atomes. In-16 de 155 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

Victor Lefébure. — L'énigme du Rhin. La stratégie chimique en temps de paix et en temps de guerre. In-8° de 245 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Maurice Gandillot. — Véritable interprétation des théories relativistes. In-16 de 40 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

Dr P. Bouloumié. — La santé et la guerre. In-8° de 222 pages. Charles Lavauzelle, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Paul Kirchberger. — La théorie de la relativité exposée sans mathématiques. In-16 de 215 pages. Trad. par Marcel Thiers. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 14 — 60e ANNÉE — 22 JUILLET 1922

LA VIE ET L'ŒUVRE DE PIERRE DUHEM

Membre de l'Académie des Sciences (1)

MESSIEURS,

Nos classifications académiques aiment à placer les savants dans des cadres bien définis; celui-ci est géomètre, cet autre physicien, celui-là chimiste. La spécialisation, souvent nécessaire dans les recherches modernes, rend en général utile notre division en sections. Il serait à désirer cependant qu'on l'entendît parfois d'une manière plus large, en corrigeant ce qu'elle a de trop rigide. Cette réflexion m'est inspirée par l'œuvre du confrère éminent, qui n'a fait que passer parmi nous, Pierre Duhem. Si ce théoricien de la Mécanique, de la Physique et de la Chimie eût habité Paris, trois de nos sections se le seraient peut-être successivement renvoyé, et son cas se fût aggravé de ce qu'il cultivait en même temps l'histoire et la philosophie des sciences. Nous avons heureusement depuis dix ans une division de membres non résidants, qui n'est pas fractionnée en spécialités. Duhem y a trouvé la place que méritaient la puissance de son esprit et le labeur immense qu'il a fourni dans des voies très diverses pendant sa carrière trop tôt interrompue. Je voudrais essayer de retracer aujourd'hui sa vie et son œuvre, heureux de rendre, en sa personne, hommage à ces savants qui, en dehors de la capitale, contribuent au bon renom de la science française.

(1) Eloge académique, lu dans la séance publique annuelle du 12 décembre 1921, par M. Emile Picard, secrétaire perpétuel.

I

Pierre Duhem naquit à Paris le 10 juin 1861. Son père resté jeune orphelin et sans fortune était entré de bonne heure dans le commerce, après avoir fait toutefois de bonnes études classiques, et Duhem se rappelait l'avoir vu souvent dans son enfance lire Horace et Virgile. Cependant il semble que ce soit un de ses grands-oncles, Timothée Fabre, ancien professeur au Collège Royal d'Angers, qui exerça sur lui la plus grande influence. Duhem avait pour ce grand oncle, très humaniste et un peu poète, une profonde vénération. Il est venu souvent, tout jeune homme, passer ses vacances près de lui dans la maison familiale de Cabrespine, petit village de l'Aude, et le goût si prononcé qu'il eut toujours pour les humanités classiques fut en partie dû à son grand-oncle. Notre confrère aimait à raconter que sa vocation scientifique lui était venue de très bonne heure; d'après lui, une part en revenait à un enseignement excellent de l'arithmétique donné par une maîtresse d'un cours enfantin qu'il avait suivi avant d'entrer au Collège Stanislas, Mlle Arnould. Si l'on accordait à ces souvenirs d'enfance plus d'importance qu'ils ne méritent, on pourrait y voir une manifestation précoce du goût qu'eut toujours Duhem pour les déductions poursuivies en dehors de toute représentation figurée.

Duhem fit à Stanislas d'excellentes études. Elève régulier, il s'intéressait à tout ce qu'on

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lui enseignait. Cependant l'histoire eut un moment ses préférences, et il s'en fallut de peu que son professeur d'histoire, M. Cons, ne le décidât à se consacrer aux recherches historiques. En fait, Duhem devait prendre plus tard un rang éminent dans l'histoire des sciences, et il ne lui fut pas indifférent d'avoir cultivé avec succès la version latine et la version grecque, quand il se trouva en présence de manuscrits latins du moyen âge et qu'il dut commenter les écrits de certains mathématiciens grecs. Mais, de tous ses maîtres, aucun n'exerça sur lui une action comparable à celle de son professeur de physique, Jules Moutier, théoricien pénétrant de la physique, qui paraît avoir eu le premier l'idée d'appliquer les théorèmes de la thermodynamique à la dissociation chimique. L'empreinte de Moutier fut très forte sur l'esprit de Duhem ; d'autre part, le maître apprécia vite les qualités puissantes de son élève. « Retenez bien le nom de votre camarade Duhem, disait-il un jour dans une interrogation, il deviendra célèbre ». De tels propos donnaient à Duhem une grande notoriété dans le Collège, et les témoignages de ses condisciples plus jeunes montrent que ses cadets regardaient avec admiration cet élève de mathématiques spéciales qui passait pour avoir fait des découvertes.

Ce n'est pas que Duhem cherchât à capter les suffrages populaires; il montra de bonne heure le caractère indépendant et ombrageux, qui fut en partie cause des difficultés qu'il rencontra dans sa carrière. Il lui arrivait d'exercer sa verve caustique sur ses camarades, et son esprit quelque peu frondeur apparaît dans les portraits qu'il faisait de ses maîtres; il avait, en effet, un réel talent de caricaturiste, qui accroissait encore sa renommée dans l'enceinte du collège. Plusieurs de ses dessins, pieusement conservés, font revivre le personnel de Stanislas vers 1880. Son habileté à manier le crayon apparaît aussi de bonne heure en des sujets scientifiques ; de 1876 à 1878 il dessina les planches d'*observations micrographiques devant servir à l'histoire naturelle des êtres inférieurs des deux règnes :* tel est le titre d'un ouvrage qu'il rédigea alors avec la collaboration de son camarade, le futur Docteur Récamier, et qui resta manuscrit ; ces reproductions d'algues et de champignons microscopiques faites par un jeune homme de quinze ans sont d'une remarquable fidélité. Le talent de dessinateur et le goût pour l'histoire naturelle, que montrait ainsi Duhem, purent alors faire penser qu'il trouverait sa voie dans les recherches biologiques.

Notre confrère était d'une nature maladive et il ne connut jamais la pleine santé. Des crises pénibles d'estomac interrompirent plusieurs fois ses études. Aussi n'entra-t-il à l'Ecole Normale qu'en 1882, où il fut reçu le premier. Les années qu'il passa rue d'Ulm furent parmi les meilleures de sa vie. Il appréciait ce milieu varié, où se coudoient les *littéraires* et les *scientifiques*. Il y noua de solides amitiés, particulièrement avec ceux dont le rapprochaient ses opinions religieuses. Tel fut, pour ne citer que ceux qui ne sont plus, notre confrère de l'Académie des Sciences morales, Victor Delbos, à qui l'on doit de remarquables études sur Kant et Spinoza, et dont la mort, précédant de peu la sienne, devait attrister les derniers temps de sa vie. Personne ne fut moins que Duhem l'homme d'une seule étude, et déjà sa lecture était immense. Ce mode de travail n'est pas toujours le plus favorable pour réussir dans les examens; ceux-ci ont leurs hasards, et Duhem ne fut classé que le septième à la licence ès-sciences mathématiques. Mais il obtint sans peine le premier rang en physique et en chimie, et on le laissa à la tête de sa promotion, tant sa supériorité était évidente.

II

Dès son entrée à l'Ecole, Duhem s'essaie à des recherches personnelles. Au Collège Stanislas, son maître Moutier lui avait fait aimer, comme il le dit lui-même, les théories de la physique. C'est ainsi qu'il était familier avec l'important Mémoire de Massieu donnant la notion capitale d'une fonction caractéristique de l'état d'un corps. Il avait aussi étudié l'exposé des idées émises sur la Mécanique chimique par un savant américain Willard Gibbs, donné par notre confrère M. Lemoine dans ses belles études sur les équilibres chimiques, et il connaissait le travail récent de Helmholtz sur la distinction dans une pile entre la chaleur chimique et la valeur voltaïque. Ces lectures lui inspirèrent son premier dessein.

Depuis Lagrange, la statique est comprise dans un seul principe, celui des déplacements virtuels, principe complété dans le cas d'un potentiel par un théorème célèbre relatif à la stabilité de l'équilibre. Ne pourrait-on pas obtenir un principe analogue applicable à des cas beaucoup plus étendus que ceux envisagés par la Mécanique rationnelle? Gibbs avait déjà indiqué que les fonctions introduites par Massieu pouvaient, dans certains cas, jouer ce rôle; mais une rédaction très abstraite et quelquefois obscure

rendait singulièrement difficile la lecture de son Mémoire. Duhem est guidé par la pensée de mettre plus fortement en évidence que ses devanciers, les analogies entre la Mécanique analytique de Lagrange et la Thermodynamique. Les travaux célèbres de Thomson et de Clausius avaient fait la distinction entre l'énergie totale et l'énergie libre ou énergie utilisablo, que possède un système, *energie available to man,* comme disait Lord Kelvin. Duhem forme, au moyen de l'énergie utilisable, la fonction qu'il appelle *potentiel thermodynamique interne* et qui joue un rôle analogue à celui du potentiel en Mécanique rationnelle ; il se sert alors systématiquement de la méthode des travaux virtuels, qui dispense de la considération longue et pénible le plus souvent employée jusque là, et en fait de nombreuses applications aux principaux problèmes de la statique chimique. Ce fut l'objet de la première Note qu'il présenta en 1884 à l'Académie, et peu après, il publie un volume sur *le potentiel thermodynamique et ses applications à la Mécanique chimique.*

Il semble que les physiciens et les chimistes aient prêté peu d'attention à ce premier ouvrage de Duhem, peut-être parce qu'ils n'y trouvaient pas d'expériences nouvelles. Les mathématiciens lui firent un meilleur accueil, frappés sans doute par les analogies avec les questions de mécanique rationnelle qui leur étaient plus familières et par l'importance des problèmes de maximum et de minimum dans l'étude de la stabilité des équilibres chimiques. Tous pouvaient y apprécier une réelle vigueur d'esprit, autorisant les plus grandes espérances.

Après le concours d'agrégation de physique de 1885, où il fut reçu le premier, Duhem resta encore deux ans à l'Ecole Normale, comme élève de quatrième année et comme préparateur. C'était l'époque où, dans le modeste laboratoire de la rue d'Ulm, Pasteur ouvrait des voies nouvelles à la biologie et à la médecine. L'Ecole pasteurienne eût fait en Duhem une heureuse recrue, et le maître chercha à l'attirer. Le jeune agrégé eut quelques hésitations, mais il ne put se résigner à abandonner le programme de recherches qu'il s'était déjà tracé. Un des amis de Duhem qui l'ont le mieux connu affirme que les avantages de carrière qu'il aurait trouvés à entrer chez Pasteur furent l'une des raisons qui l'en détournèrent. Il se peut ; car Duhem eut toujours la crainte que des considérations d'intérêt personnel guidassent ses décisions, et, en plusieurs circonstances, des scrupules de conscience le poussèrent à se nuire à lui-même.

En 1887, Duhem fut nommé maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lille, où il passa six années. Il était chargé d'un cours complémentaire de physique ; deux volumes lithographiés sur l'hydrodynamique, l'élasticité et l'acoustique restent le témoignage de son activité comme professeur à cette époque. En 1893, ayant quelques difficultés avec son doyen, il demanda son changement. D'ailleurs, un malheur cruel venait de le frapper. Marié à Lille peu de temps après son arrivée, il eut la douleur de perdre sa femme. Il allait se consacrer uniquement à ses travaux et à l'éducation de sa fille unique. Après un court séjour à Rennes, où il ne se plut guère, il fut nommé en 1895, professeur de physique théorique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, poste qu'il occupa jusqu'à sa mort.

III

Duhem a voulu être un théoricien de la Mécanique, de la Physique et de la Chimie ; il pensait qu'on sert très utilement la science en cherchant à classer et à ordonner le chaos des faits que l'expérience nous a révélés ; c'était pour lui l'objet essentiel de la physique théorique. Ses réflexions avaient porté de bonne heure sur la valeur de la science et sur ce que l'on peut attendre d'elle ; les vues systématiques qu'il s'était formées à ce sujet donnèrent une orientation générale à ses travaux, et il est parfois difficile de distinguer chez lui le savant de l'historien et du philosophe.

Notre confrère est revenu souvent sur l'histoire de la Mécanique ; il avait longuement médité sur l'effort considérable fait dans ce domaine par l'esprit humain. Que de variations au cours des siècles et selon les vicissitudes des écoles et des systèmes dans le sens de ces mots « Explication mécanique des phénomènes physiques ».

Pour Duhem, le passé éclairait singulièrement le présent. Dans l'antiquité, à la base du système d'Aristote et des péripatéticiens, on trouve la distinction des *catégories.* A la première catégorie, celle de la substance, s'oppose la multiple catégorie des accidents, parmi lesquels le *lieu,* la *qualité,* la *quantité.* La quantité est susceptible d'addition, tandis qu'au contraire les intensités d'une qualité, comme le froid et le chaud, ne sont pas additives. « Entassez des boules de neige, disait Diderot, vous n'arriverez pas à chauffer un four ». Les accidents, dont une substance est capable, peuvent être, soit en *acte,* soit en *puissance,* et cette distinction profonde

est restée dans la science actuelle. Non moins remarquable est la considération d'un troisième état où la puissance et l'acte se trouvent intimement liés, c'est l'état que les péripatéticiens désignaient sous le nom de *mouvement*, en entendant par là non seulement le mouvement local, mais aussi le mouvement d'altération tel que la fusion de la glace, et aussi les mouvements de corruption et de génération des éléments, correspondant à la décomposition et à la composition des *mixtes*. Avec les catégories aristotéliciennes étaient expliqués les phénomènes que présente le monde physique. On sait combien fut vive au XVII[e] siècle la réaction cartésienne contre la physique de l'Ecole, regardée comme la physique de la qualité, et de quelles plaisanteries furent l'objet la vertu dormitive et autres vertus occultes. Sous la croûte superficielle, où se conservent mortes et fossilisées les doctrines physiques des anciens âges, Duhem se plaisait au contraire à découvrir des pensées profondes en accord avec certaines vues de la science actuelle.

La doctrine de Descartes est à l'opposé de celle des Scholastiques. Avec lui la notion de qualité est bannie du domaine de la Science, qui devient la *Mathématique universelle*. « Je ne reçois pas de principes en physique, proclame-t-il, qui ne soient aussi reçus en mathématiques » ; il voyait dans l'étendue l'essence de la matière, et voulait, partant de là, construire le monde avec de la figure et du mouvement. Ces vues, qui devaient exercer une influence considérable sur le développement de la Science, étaient assurément trop simplistes, et il fut nécessaire d'introduire d'autres éléments étrangers à la Mathématique, pour tout expliquer, comme on disait alors, par *des raisons de Mécanique*.

Peu après, la vieille doctrine atomistique d'Epicure et de Lucrèce était rajeunie par Huyghens, qui, dans son admirable *Traité de la Lumière*, regarde l'éther comme formé de petites billes élastiques dont les chocs successifs produisent le mouvement de l'onde lumineuse; puis se développe le Dynamisme de Leibnitz avec la notion de force, hétérogène à la Géométrie. Enfin Newton, continuant l'œuvre de Galilée, de Descartes et de Huyghens, donne dans son immortel ouvrage sur *les Principes de la philosophie naturelle* le code de la dynamique moderne. Les applications à la Mécanique céleste sont bientôt pour la nouvelle doctrine l'occasion d'éclatants triomphes, et, malgré les craintes de quelques cartésiens retrouvant une vertu occulte dans l'attraction, la physique newtonienne domine entièrement dans la seconde moitié du dix-huitième siècle.

La mécanique de Newton, qui procède à la manière synthétique des géomètres de l'antiquité, est purement géométrique. Dans sa Mécanique analytique, Lagrange condense toute la statique dans une seule formule, en donnant toute son ampleur au principe des déplacements virtuels, et, empruntant à d'Alembert la notion de forces d'inertie, il fait connaître les équations célèbres de la Dynamique, auxquelles son nom est resté attaché.

Le principal souci de Duhem, dans son premier travail sur le potentiel thermodynamique, avait été, en suivant la voie ouverte par Massieu et par Gibbs, de donner à la statique thermodynamique une forme toute semblable à celle que, depuis Lagrange, avait revêtue la statique mécanique. Mais ce premier essai lui inspira bientôt des projets plus vastes. Ce fut quelque temps une opinion assez répandue, que la Thermodynamique peut se ramener à la Mécanique classique et que la chaleur est un mode de mouvement. Tout autre était la pensée de Duhem, qui eut toujours une aversion profonde pour les mouvements cachés de masses hypothétiques. Il estimait que la statique mécanique et la statique physico-chimique devaient former deux chapitres particuliers d'une doctrine plus étendue, et il résolut de consacrer tous ses efforts à son édification. Les nombres mesurant les intensités des qualités doivent être introduits dans les formules à côté de ceux qui concernent la figure et le mouvement. La Thermodynamique générale, les prenant les uns les autres tels que les donne la physique expérimentale, embrassera alors dans des principes communs tous les changements d'état des corps, aussi bien les changements des qualités physiques que les changements de lieu. « *Ainsi*, disait Duhem, *la tentation sera moindre de ramener l'étude de tous les phénomènes physiques à l'étude du mouvement, ...; on fuira dès lors plus volontiers ce qui a été jusqu'ici le plus dangereux écueil de la physique théorique, la recherche d'une explication mécanique de l'Univers.* »

On ne pouvait formuler une profession de foi scientifique plus opposée à l'idéal poursuivi par les diverses physiques mécanistes depuis la physique cartésienne et la physique atomistique jusqu'à la physique newtonienne.

IV

Un physicien écossais Rankine avait déjà, en 1855, entrevu un but analogue à celui que se proposait Duhem, en cherchant à édifier une ther-

modynamique générale, mais la tentative était alors prématurée. Cependant le nom d'*énergétique* proposé par lui est resté dans la science, et il laisse deviner la place que va jouer l'énergie dans la Mécanique générale. Il n'est pas aujourd'hui de notion plus courante que celle de l'énergie, et l'on sait combien a été fécond en physique et en chimie le principe de la conservation de l'énergie.

Dans ses *Commentaires sur la Thermodynamique,* œuvre à laquelle il attachait une grande importance, Duhem, préoccupé de construire un système logique, commence par poser les postulats et les hypothèses qui sont à la base de l'édifice à construire. Après avoir introduit les variables normales déjà envisagées par Helmholtz, il présente sous la forme la plus générale la notion du travail ou œuvre accomplie par les corps extérieurs pour une modification virtuelle ou réelle. En laissant d'abord de côté les phénomènes électriques et magnétiques, l'énergie d'un système se décompose en l'énergie interne dépendant de son état et non de son mouvement local, et l'énergie cinétique dépendant du mouvement local et non de l'état. L'énergie cinétique se ramène à la force vive de l'ancienne mécanique ; quant à l'énergie interne, des hypothèses et des lois particulières déterminent sa forme dans chaque partie de la physique. La notion de quantité de chaleur ne peut, d'après Duhem, être posée avec précision qu'en recourant au principe de la conservation de l'énergie, ce qui revient à regarder le travail provenant d'une source calorifique extérieure à un système, comme proportionnel à la chaleur que celle-ci communique à ce système. « Cette définition tout algébrique de la quantité de chaleur, écrit-il, scandalisera peut-être quelques esprits ; ils s'étonneront de voir employer ces mots *quantité de chaleur,* pour désigner une somme de termes à la formation desquels les notions de chaud et de froid sont complètement étrangères ». Et il insiste sur l'absence de tout lien logique entre la notion de quantité de chaleur, tel que l'entend le physicien, et la notion qu'entend exprimer le langage vulgaire, car ce lien s'est trouvé brisé le jour où il fut prouvé qu'en *chauffant* de la glace on la fondait sans l'*échauffer*. Il faut cependant montrer la relation entre la grandeur ainsi définie et ce que les physiciens mesurent au calorimètre, mais on ne peut y parvenir qu'en posant un nouveau postulat autonome, d'après lequel la capacité calorifique normale doit être essentiellement positive.

Dans ses *Commentaires*, Duhem discute toutes ces questions ainsi que celles se rattachant au principe de Carnot ; c'est l'œuvre très abstraite d'un logicien impitoyable autant que d'un physicien. Sûr de ses fondations, il peut alors tenter de former les équations de la Dynamique nouvelle. Bien des difficultés étaient à surmonter dans l'application de la méthode des déplacements virtuels à ce domaine. Outre les actions d'inertie, s'introduisent les actions de viscosité et certains coefficients calorifiques s'exprimant à l'aide de l'entropie. Les relations ainsi obtenues définissent les variations de tous les paramètres dont dépend l'état du système, sauf la température. Une relation supplémentaire étrangère à l'énergétique doit être cherchée ailleurs, comme l'avaient reconnu jadis Laplace et Poisson dans le cas très particulier de la propagation du son dans un fluide. La théorie de la conductibilité thermique peut souvent fournir cette relation supplémentaire.

Un cas particulier remarquable, relatif aux équations de la Dynamique générale, doit être signalé. Il peut arriver que certaines variables normales ne figurent pas dans l'expression de la force vive ; la force d'inertie relative à cette variable est alors nulle. Les équations générales renferment seulement les dérivées premières (et non secondes) de ces variables que Duhem appelle variables sans inertie ; la Mécanique chimique en offre d'importants exemples. La dynamique des systèmes sans inertie se rapproche de la Dynamique d'Aristote, où la force était proportionnelle à la vitesse, et ceci montre assez combien est compréhensive la nouvelle doctrine.

La considération des actions de viscosité s'annulant avec la vitesse n'est pas suffisante. On a introduit depuis longtemps dans la mécanique classique des forces de frottement. Duhem envisage le frottement comme un phénomène général auquel correspondent des termes qui, comme ceux de la viscosité, sont essentiels et irréductibles. L'introduction de ces termes, avec des propriétés bien définies, est pour Duhem le résultat d'une hypothèse directe. Nous avons déjà dit combien peu le satisfaisaient les hypothèses indirectes sur les mouvements cachés, par lesquels Helmholtz et d'autres mécaniciens ont cherché à rendre compte de l'irréversibilité. Nous retrouvons toujours chez lui la même disposition à regarder, sans plus d'explications, certains faits comme primitifs, tel, par exemple, le travail négatif des actions de viscosité et de frottement. Il a d'ailleurs écrit, sans y insister du reste, qu'il serait prudent de prévoir une thermodyna-

mique où ce travail pourrait être d'un signe quelconque, et où le mouvement perpétuel ne serait plus impossible. Il voulait sans doute rappeler qu'aucune hypothèse n'est *a priori* inadmissible, et que les faits paraissant le mieux établis sont toujours sujets à révision.

Un point capital pour Duhem, et sur lequel il est revenu souvent, est que dans les systèmes à frottement les états d'équilibre sont en nombre infini et forment une suite continue. Nous retrouverons cette idée, classique en Mécanique rationnelle, dans des études de Duhem sur la mécanique, qui ont fait l'objet de nombreuses discussions.

V

Ainsi s'est trouvée peu à peu codifiée par Duhem la Dynamique générale, qui, depuis sa sortie de l'Ecole Normale, n'avait cessé d'être l'objet de ses méditations. On lui a parfois reproché de ne pas avoir suffisamment cité ceux qui avaient été avant lui les premiers ouvriers dans l'édification de cette œuvre. La critique est en grande partie injuste. Duhem a dit notamment tout ce qu'il devait à Rankine, à Gibbs et à Helmholtz, pour ne parler que des disparus ; mais son esprit systématique ne tenait pas tant à telle ou telle pierre de l'édifice qu'à la construction de l'ensemble et à l'exposé parfaitement cohérent des principes, avec l'énoncé sans lacunes des postulats qui sont à la base. Il aurait pu toutefois dire l'influence qu'eut à une certaine époque sur sa pensée celle d'un mathématicien, prématurément enlevé à la science, Gustave Robin. Je tiens à rendre ici hommage à ce savant, dont j'ai pu jadis apprécier la rare profondeur d'esprit. Robin fut, comme Duhem, un des fondateurs de la Thermodynamique générale, en se plaçant d'ailleurs à un point de vue philosophique très différent.

Au reste, quoique Duhem ait fait ça et là quelques réclamations de priorité, il ne leur attachait pas une grande importance. C'est ce dont témoigne assez la Notice qu'il rédigea pour sa candidature à l'Académie. Elle débute par cette phrase tirée des Pensées de Pascal, qu'on n'est pas accoutumé à lire dans les écrits de ce genre : « Certains auteurs, parlant de leurs ouvrages, disent : mon livre, mon commentaire, mon histoire, etc... Ils sentent leurs bourgeois qui ont pignon sur rue, et toujours un « chez moi » à la bouche. Ils feraient mieux de dire : notre livre, notre commentaire, notre histoire, ..., vu que d'ordinaire il y a plus en cela du bien d'autrui que du leur ».

La modestie de notre confrère était sincère ; il avait trop étudié l'histoire des sciences pour ignorer que le travail scientifique est un travail collectif, et que l'éclosion des idées en apparence les plus originales n'est souvent que l'aboutissement de longs efforts antérieurs.

VI

Duhem a fait de très nombreuses applications de ses principes généraux aux diverses parties de la Mécanique, de la Physique et de la Chimie.

On lui doit tout d'abord des recherches approfondies sur les principales questions qui se posent dans la Mécanique des fluides. Il a notamment beaucoup insisté sur ce que, dans le cas d'un système continu, la méthode des déplacements virtuels, appliquée à une portion de ce système, permet seule de définir avec précision les forces de liaison la concernant, telles par exemple les pressions dans un fluide. Aussi a-t-il critiqué vivement les géomètres qui, avec Poisson, remplacent dans l'exposé des principes les forces de liaison, telles que les envisageait Lagrange, par des actions moléculaires. Les relations analytiques traduisant les liaisons imposées aux diverses parties d'un système par sa constitution avaient, semble-t-il, pour Duhem plus de réalité que les atomes et les molécules. C'est toujours la même tendance d'esprit que nous retrouvons dans toutes les parties de son œuvre.

Je ne puis que rappeler ses études sur la stabilité de l'équilibre des corps flottants dans un liquide compressible, comprenant dans le cas particulier des liquides homogènes la solution énoncée par Bravais et rigoureusement établie avec tant d'élégance par Guyou. La question des ondes est capitale dans la Dynamique des fluides parfaits. Au contraire, comme l'établit Duhem, la propagation d'aucune onde n'est possible dans un fluide visqueux, quelle qu'en soit la viscosité ; on n'y peut observer que des quasi-ondes correspondant à des couches plus ou moins minces, mais ne donnant lieu à aucune discontinuité. La notion des quasi-ondes joue aussi un rôle essentiel dans l'étude des ondes de choc. « Comme l'air est visqueux, conclut Duhem, aucune onde de choc proprement dite ne peut s'y propager : mais, comme il est peu visqueux, il s'y peut propager une quasi-onde de choc, c'est-à-dire une couche peu épaisse, au travers de laquelle la vitesse varie très rapidement, sans être cependant discontinue ». Non moins remarquables

sont les phénomènes qui se produisent dans un fluide visqueux en contact avec des solides, phénomènes d'où il résulte que des tourbillons peuvent naître dans un fluide visqueux partant du repos, comme M. Boussinesq l'avait remarqué dans un cas particulier.

L'énergétique de Duhem n'a pas apporté une moindre extension à la théorie classique de l'élasticité. Elle lui a permis de poser les lois des actions de viscosité dans un corps élastique en mouvement. En particulier, au sein d'un milieu affecté de viscosité, qu'il soit vitreux ou cristallisé, aucune onde véritable ne peut se propager; on peut seulement y observer des ondes-cloisons, séparant les unes des autres les mêmes masses, cloisons au travers desquelles les composantes de la vitesse n'éprouvent pas de discontinuités. Divers physiciens, comme on sait, ont observé dans des milieux vitreux, où des courants sont engendrés par de grandes différences de température, des divisions en cellules persistantes, ce qui confirme la théorie de Duhem.

La statique et la dynamique chimique ont fait l'objet de travaux étendus de notre confrère. Convaincu que la Thermodynamique peut seule imposer un ordre rationnel à certains chapitres très confus de la Chimie, il publia en un gros volume des leçons élémentaires de *Thermodynamique et Chimie*. Comme il le déclare au début, « l'union de la Thermodynamique et de la Chimie s'est accomplie en France au laboratoire de l'immortel Henri Sainte-Claire Deville », mais les lois de la statique chimique ont été posées d'abord en Amérique par Gibbs dans des Mémoires célebres, dont nous avons déjà parlé. La pensée, souvent trop concise, du savant américain, a fait l'objet de nombreux commentaires ; Duhem est un de ceux qui ont le plus contribué à donner une forme définitive à cette doctrine. Il a particulièrement développé cette loi des phases que l'on regarde comme une des règles directrices les plus précieuses de la chimie moderne, la complétant en un point important relatif aux valeurs que prend la masse de chacune des phases, suivant que, outre la température, le volume ou la pression du système est donné. Dans les applications de la Thérmodynamique à la Chimie, un des soucis constants de Duhem a été d'utiliser les inégalités qui expriment la stabilité de l'équilibre et fixent le sens des déplacements, inégalités auxquelles il a rattaché, sous une forme très générale, les lois célèbres du déplacement de l'équilibre, entrevues par Gibbs et portant les noms de M. Le Chatelier et de Van't Hoff. Il les emploie aussi dans de nombreuses questions particulières, telles que les mélanges doubles, la liquéfaction des mélanges gazeux, la vaporisation et la congélation des dissolvants.

Aux inégalités exprimant la stabilité se rattachent encore les études de Duhem sur l'équilibre et le mouvement des fluides mélangés. L'énergétique fournit une méthode générale et régulière pour établir la théorie du mouvement d'un nombre quelconque de tels fluides. Certaines grandeurs, qui n'avaient pas d'analogues dans la théorie d'un fluide unique, s'introduisent alors, donnant l'explication de divers phénomènes observés, comme les différences de concentration entre les diverses parties d'un mélange immobile, quand celles-ci sont inégalement chauffées.

Duhem attachait une grande importance à ses travaux sur le frottement et les faux équilibres. D'après lui, en dehors des états d'équilibre prévus par la Thermodynamique, qu'on pourrait appeler *états de véritable équilibre,* il existe des états d'équilibre contredisant aux prévisions de la Thermodynamique : ce sont les *états de faux équilibre*. Ceux-ci se partagent eux-mêmes en faux équilibres *apparents* et en faux équilibres *réels*. Les premiers rentrent dans ceux que prévoit la Thermodynamique, pourvu que, en appliquant ses principes, on tienne compte des termes proportionnels aux surfaces de contact des diverses phases ; ces considérations sont notamment applicables aux retards d'ébullition, à la surfusion des liquides, à la sursaturation des dissolutions salines. Ces faux équilibres apparents, quelquefois appelés *métastables,* peuvent être détruits par un déclenchement, correspondant à un travail négligeable, comme il arrive pour une dissolution sursaturée. Mais il existe aussi, pour Duhem, des cas de faux équilibres réels, et ses opinions à ce sujet ont suscité des critiques assez vives. Certains physico-chimistes professent que la Thermodynamique, sous sa forme classique, donne les conditions nécessaires et suffisantes pour l'équilibre d'un système chimique, et que les cas paraissant faire exception correspondent à des réactions extrêmement lentes. Ainsi un grand nombre de composés du carbone, qui semblent être à l'état de faux équilibre, se transformeraient en réalité avec une lenteur pour ainsi dire infinie ; le diamant, par exemple, ne cesserait de brûler dans l'air, sans que l'altération produite ternisse l'éclat des facettes. L'expérience ne peut évidemment trancher la question ainsi posée. Mais Duhem trouvait plus fécond le point de vue auquel il s'était

placé, et il a étudié des cas intéressants qu'il jugeait présenter des exemples de faux équilibre, tels certains corps susceptibles d'exister à l'état solide sous deux formes cristallines différentes, et des substances présentant la forme vitreuse et la forme cristallisée ; pour lui, les faux équilibres chimiques ne sont pas des faits exceptionnels, mais sont de règle, quoique souvent voisins de l'état de véritable équilibre. D'une manière générale, dans un système capable de faux équilibre, les conditions d'équilibre s'expriment non par des égalités, mais par des inégalités, et ce caractère établissait pour Duhem un rapprochement étroit entre les systèmes chimiques capables de faux équilibres réels et les systèmes mécaniques doués de frottement. Dans un ordre d'idées analogue, il rattachait l'inégalité célèbre de Clausius au travail de la viscosité et du frottement, et il regardait la Thermodynamique classique comme la théorie des systèmes ne présentant pas de résistances passives.

D'importantes contributions ont été apportées, par Duhem, à la dynamique chimique. Nous avons déjà fait allusion, en étudiant ses travaux sur l'énergétique générale, au cas particulier envisagé par lui des variables sans inertie. Par rapport à ces variables, les équations différentielles sont seulement du premier ordre et non du second. Ce cas est extrêmement intéressant pour la Chimie, où les variables sont le plus souvent sans inertie, les transformations ne dépendent alors que de l'état actuel du système. Outre la vitesse des réactions, il y a lieu souvent d'envisager ainsi l'accélération des réactions ; Duhem en fait une étude systématique, et l'examen des réactions dont l'accélération est positive et qui sont accompagnées d'une élévation de température lui permet de poser les bases rationnelles de la dynamique des explosifs. Il indique aussi la voie pour mettre en équations le problème de la propagation du mouvement dans un fluide qui peut être le siège d'une réaction ; l'étude de cette difficile question a été poursuivie avec succès par plusieurs de ses élèves, qui ont regardé l'onde explosive comme une onde de choc déterminant une réaction au sein d'un milieu en faux équilibre chimique.

Duhem a écrit de nombreux Mémoires et plusieurs ouvrages sur l'électricité et le magnétisme. Dans ces travaux, il est resté en dehors du mouvement des recherches modernes caractérisées par les théories corpusculaires. Fidèle à sa pensée constante, il demande à l'énergétique l'édification des théories électriques, mais l'énergétique des systèmes électrisés est compliquée par le fait que, pour obtenir l'énergie totale, il faut en général envisager, en dehors de l'énergie cinétique et de l'énergie interne, une nouvelle forme d'énergie : l'énergie électrodynamique ; la loi de Joule et les lois de l'induction permettront de la déterminer. En électrodynamique et électromagnétisme, Duhem est ainsi conduit à l'électrodynamique de Helmholtz, plus générale, à cause d'un paramètre arbitraire qu'elle renferme, que celle de Maxwell, qui n'en est qu'un cas particulier ou plus exactement un cas limite. Sa critique de l'œuvre de Maxwell était impitoyable : que de fois il a répété que les équations de Maxwell ne permettaient pas l'existence des aimants. Il admirait au contraire la théorie de Helmholtz, dont il a fait des applications variées et qu'il a complétée en plusieurs points, théorie ne conduisant à aucune contradiction, et susceptible, comme celle de Maxwell, d'expliquer la théorie électromagnétique de la lumière et les expériences de Hertz. La théorie du physicien allemand, plus compliquée que celle de Maxwell, admet, dans les corps conducteurs comme dans les milieux électriques, la possibilité de flux longitudinaux aussi bien que de flux transversaux, et Duhem, semble-t-il, pensait que ces flux variés expliqueraient certains phénomènes restés obscurs. Notre confrère ne se dissimulait pas d'ailleurs que, en combattant la théorie de Maxwell, il prêchait dans le désert, mais il n'en était pas découragé, comme en témoignent les lignes suivantes : « On reconnaîtra un jour que l'œuvre électrodynamique de Helmholtz était vraiment une belle œuvre, et que nous avons bien fait de nous y tenir ; la logique peut être patiente, car elle est éternelle ». Pour le moment, la théorie de Helmholtz paraît bien lointaine, et les théories atomiques de l'électricité, contenant d'ailleurs comme celle de Maxwell plus d'une contradiction, entraînent aujourd'hui la Physique avec une vitesse vertigineuse dans des voies nouvelles. De quoi demain sera-t-il fait ?

Il est des cas où l'énergie électrodynamique est constante, par exemple quand un système immobile est le siège de courants permanents. On peut alors appliquer les propositions de l'énergétique ordinaire. C'est ce que Duhem a fait dans diverses publications relatives aux courants thermo-électriques, à l'équilibre magnétique et à la polarisation des diélectriques. Il trouvait ainsi l'occasion d'introduire dans des théories assez disparates la coordination que seule, d'après lui, peuvent établir dans la science les principes généraux de l'énergétique.

VII

Telle est, sommairement esquissée, l'œuvre de Pierre Duhem en Mécanique, en Physique et en Chimie. Elle présente une remarquable unité due à ses idées très arrêtées sur ce qu'il faut entendre par une théorie physique. De ces idées, nous avons trouvé l'expression dans ses Mémoires spéciaux, mais il tint à les exposer et à les développer dans des ouvrages susceptibles d'être lus par tous ceux qu'intéresse la philosophie des sciences.

Se propose-t-on dans une théorie physique de donner une explication des phénomènes, c'est-à-dire de déchirer le voile des apparences sensibles et de montrer la réalité face à face ? C'est là une question à laquelle ont prétendu répondre affirmativement maintes écoles philosophiques ; tel était notamment l'avis des atomistes et des cartésiens. Chez ceux-ci, un fluide continu, dont certaines parties sont animées de mouvements tourbillonnaires, forme le monde, tandis que ceux-là regardent la matière comme composée de petits corps durs et rigides. Les uns et les autres, pensait Duhem, mettent leur théorie sous la dépendance d'une métaphysique.

La lutte fut souvent vive entre les écoles, que Duhem qualifie de cosmologiques. C'est ainsi que Huygens écrivait à Leibnitz : « Pour ce qui est de la cause du reflus que donne M. Newton, je ne m'en contente nullement, ni de ses autres théories qu'il bastit sur son principe d'attraction qui me paraît absurde ». L'accusation de faire appel à des causes occultes est une des plus graves que se lançaient les savants de ce temps. En fait, et Duhem y insiste fortement, on ne peut d'un système métaphysique tirer tous les éléments nécessaires à la construction d'une théorie physique ; toujours au fond des explications qu'elle prétend donner il reste de l'inexpliqué.

Dans son livre sur la théorie physique, Duhem trace d'une plume sévère le tableau des incohérences et des impuissances offertes, à travers les âges, par les tentatives d'explications en physique. Ce spectacle, qui l'éloigne des cartésiens et des atomistes, va-t-il le jeter en un empirisme, teinté de scepticisme, ne voyant dans la science qu'un recueil de recettes et qu'une collection d'observations précises, où bien se réfugiera-t-il, avec Henri Poincaré, dans la théorie de la commodité ? Nullement, il estime que, sans théorie physique, il n'y a pas de physique. Une de ses conclusions est ainsi formulée : *Une théorie physique n'est pas une explication ; c'est un système de propositions mathématiques, qui ont pour but de représenter, aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales.*

Nous avons vu avec quelle brutalité, si j'ose dire, Duhem pose dans sa Thermodynamique générale les principes qu'on peut appeler *hypothèses*, au sens étymologique du mot, et qui sont les véritables fondements de la théorie. Il ne craint pas d'écrire que ces hypothèses peuvent être formulées d'une manière arbitraire, sous la seule condition qu'il n'y ait pas entre elles de contradictions logiques. C'est seulement après que l'Analyse mathématique a tiré, suivant ses règles propres, les conséquences des principes posés, qu'il y a lieu de voir si celles-ci sont conformes à l'expérience. L'accord avec l'expérience est pour une théorie physique l'unique critérium de vérité, mais une théorie vraie ne doit pas avoir la prétention de donner des apparences physiques une explication conforme à la réalité.

Cependant, une théorie physique n'est pas seulement une représentation économique des lois expérimentales ; elle est encore une classification de ces lois. Ainsi dans une théorie optique, la vibration d'un éther, dont l'existence importe peu, est pour nous une représentation, et non une explication, et cette représentation conduit à une classification qui met de l'ordre dans l'ensemble si touffu des phénomènes lumineux.

Mais en quoi, demandera-t-on, Duhem se distingue-t-il de ceux qui, sous une forme ou une autre, n'envisagent la science que du point de vue pragmatique ? C'est ici qu'il prend une position personnelle. En se perfectionnant, pense-t-il, la théorie physique prend peu à peu les caractères d'une classification naturelle ; ce qu'il exprime ainsi : « Plus la théorie se perfectionne, plus nous pressentons que l'ordre logique, dans lequel elle range les lois expérimentales, est le reflet d'un ordre ontologique ». Cette croyance en ce que la théorie doit devenir le reflet de plus en plus précis d'une métaphysique est encore accrue par le fait que la théorie a souvent devancé l'expérience, circonstance rendant très vraisemblable qu'elle n'est pas un système purement artificiel, et que, sans pouvoir saisir la réalité au-dessous des phénomènes, notre raison est capable cependant d'établir entre des notions abstraites des relations correspondant à des rapports vrais entre les choses.

Tel est le terme extrême de la philosophie scientifique de Duhem. Il semble qu'il y arriva lentement, ses vues sur la théorie physique ayant

eu d'abord un caractère plus formel. Sa physique, d'abord purement descriptive et symbolique, devint asymptote à une métaphysique. Peut-être l'évolution de sa pensée fut-elle hâtée par les prétentions de certaine conception pragmatique de la vérité, dont un philosophe illustre a résumé l'essentiel sous la forme suivante : « Tandis que pour les autres doctrines une vérité nouvelle est une *découverte,* pour le pragmatisme c'est une *invention* », c'est-à-dire qu'on ne découvre pas la vérité, mais qu'on l'invente. Quelque parti que certaine école pragmatiste ait pu tirer des analyses de Duhem, il ne se rattache pas à elle, comme le montre l'évolution finale de ses idées.

Je ne peux pas entrer ici dans la discussion d'une pensée parfois subtile, mais que de pages brillantes seraient à citer dans son ouvrage intitulé : *La théorie physique, son objet, sa structure,* livre d'une haute portée scientifique, et véritable œuvre d'art par la vie et la passion qui l'animent. Avec quelle vigueur Duhem s'efforce de montrer que, quand une partie explicative et une partie représentative se sont trouvées mêlées dans une théorie, ce n'est pas à la partie explicative, simple parasite, que la théorie doit sa fécondité. Un jour ou l'autre, l'explication s'écroule, et les mécanismes hypothétiques deviennent des embarras et des entraves ; seule reste la part de classification naturelle.

La méthode inductive, seule féconde aux yeux de tant d'expérimentateurs, a été l'objet des critiques de Duhem. Il est, suivant lui, chimérique de croire que les hypothèses, à partir desquelles la théorie déroule ses conclusions, puissent être tirées une à une de l'expérience et de l'observation par induction et généralisation. C'est pourquoi une expérience de physique ne peut jamais condamner une hypothèse isolée, mais seulement tout un ensemble théorique ; aussi ne peut-il pas y avoir d'*experimentum crucis*.

L'énergétique de Duhem nous a offert plus haut un exemple de la manière dont il posait *a priori* les principes. Cette prétention apparente à deviner la nature a troublé plus d'un lecteur de ses *Commentaires sur les principes de la thermodynamique,* mis en méfiance par le peu de part que l'expérience semble avoir dans l'élaboration de la théorie, et cet édifice logico-mathématique a pu provoquer quelque agacement par son arbitraire au moins apparent.

Et puis les partisans de l'énergétique ne sont-ils pas bien ingrats envers le mécanisme, en qui se trouve la première origine du principe de la conservation de l'énergie, et qui a maintes fois suggéré la forme de certaines fonctions restant indéterminées dans les équations générales ?

Duhem au fond, était moins intransigeant qu'il ne le semble d'après plusieurs de ses écrits. On ne peut pas douter, quand on le voit proclamer que la méthode légitime, sûre et féconde pour préparer un esprit à recevoir une hypothèse physique, est la méthode historique. « Pourquoi ne préparerions-nous pas, écrivait-il un jour, l'entrée de chaque hypothèse dans l'enseignement par un exposé sommaire, mais fidèle, des vicissitudes qui ont précédé son entrée dans la Science ? » Rien n'est plus juste.

Il y a quelque vingt ans, sévissait une querelle entre l'Ecole qu'on a appelée du nom barbare de *mécanistique* et l'Ecole *énergétique*. On a reproché aux énergétistes leur peu de curiosité ; ils ne tiennent pas à savoir ce qui se passe derrière le mur. L'énergétique pure, telle que l'entendait Duhem, est une science austère. drapée dans ses symboles, ne se permettant aucune image et aucun modèle ; c'est une science d'algébriste. A ce point de vue, notre confrère est resté rigoureusement énergétiste. Le brillant développement des écoles néo-atomistes, qui mettent à la base de leurs explications des ions et des électrons, ne le fascinait pas. Il restait persuadé que des ruines de ces théories sortirait un jour une théorie représentative, conçue à la manière de la Thermodynamique générale.

Pour beaucoup aujourd'hui, ces querelles d'écoles ont perdu de leur intérêt. On peut penser que la meilleure manière d'exposer les parties de la science très élaborées est la forme préconisée par l'énergétique, où l'on commence par poser les principes semblant définitivement acquis, autant du moins qu'il y a dans la science quelque chose de définitif. Mais il faut reconnaître que, dans les questions parvenues à un moindre degré d'avancement, les théories explicatives stimulent davantage la recherche, rendant la science plus vivante et plus attrayante. En fait, énergétique et mécanistique se mêlent le plus souvent aujourd'hui dans les travaux des savants. Il ne faut pas mutiler l'esprit humain dans l'effort immense qu'il a à accomplir pour débrouiller l'effroyable complication des phénomènes naturels.

VIII

Les vues systématiques de Duhem ne l'empêchaient pas d'analyser avec pénétration les variétés que représentent les esprits vigoureusement développés. Chez les uns, prédomine la

faculté de concevoir des idées abstraites et d'en raisonner, tandis que la faculté d'imaginer des objets concrets est surtout développée chez les autres. Ceux-là, qu'on peut dénommer *abstraits*, se plaisent à la réduction des faits en lois et des lois en théories, tandis que ceux-ci, incapables de généralisations et de longues déductions, mais doués d'une vive imagination, saisissent d'une seule vue un ensemble compliqué d'objets, pourvu que ces objets tombent sous les sens. C'est la distinction de Pascal qui a écrit dans les *Pensées* : « Il y a donc deux sortes d'esprit... L'un est force et droiture d'esprit, l'autre est amplitude d'esprit. Or l'un peut être sans l'autre, l'esprit pouvant être fort et étroit, et pouvant être aussi ample et faible. »

Duhem, comme Taine, range parmi les esprits imaginatifs Napoléon, qui avait horreur de l'abstraction et de la généralisation, tandis que sa faculté imaginative était prodigieuse d'amplitude et de précision. L'amplitude d'esprit domine aussi chez un Saint-Simon dans ses Mémoires, et un Balzac dans sa Comédie humaine. Mais on éprouve quelque étonnement, quand on voit Duhem affirmer que l'amplitude d'esprit constitue le génie propre de maint géomètre et de maint algébriste qu'on serait tenté de classer ailleurs ; c'est que Duhem a surtout en vue le côté formel de la science mathématique, je veux dire la manœuvre de symboles algébriques, qui exige en effet une aptitude à se représenter des combinaisons complexes formées avec certains signes visibles. Au contraire un Euclide et un Archimède dans l'antiquité, un Lagrange dans les temps modernes se rangeront parmi les esprits forts et étroits, chez lesquels domine la puissance d'abstraire.

Dans toutes les nations se rencontrent des hommes à l'esprit ample mais faible. Toutefois il est un peuple où cet esprit prédomine à un point extraordinaire : c'est le peuple anglais. Romanciers et philosophes en fournissent abondamment la preuve, Dickens et Georges Elliot comme Locke et Hume. La méthode de Bacon, modèle de l'amplitude et de la faiblesse de l'esprit anglais, s'oppose à la méthode de l'esprit fort mais étroit que fut souverainement Descartes. Le même caractère se marquerait chez nos voisins d'Outre-Manche dans la politique et la vie sociale, mais revenons à la physique.

La physique anglaise a inspiré à Duhem des pages quelque peu sévères. Il appréciait certes le génie des grands physiciens de l'Angleterre, mais on peut dire que leurs conceptions d'une théorie physique étaient à l'antipode des siennes. Le physicien anglais aime à voir des images tangibles des phénomènes ; il crée des modèles et en change au besoin, pendant qu'il étudie un même ordre de questions. Rien n'était plus loin des idées de Duhem toujours obsédé par le souci de l'unité logique, et pour qui une théorie forme un tout exempt de contradictions. Deux théories contradictoires lui étaient insupportables, et il n'espérait pas, comme Henri Poincaré, qu'il pourait sortir quelque utile suggestion de leurs contradictions.

Je crois bien que Duhem reconnaissait que le besoin d'enchaîner logiquement ses déductions donne parfois au chercheur une prudence excessive et qu'une certaine témérité d'esprit peut favoriser l'invention ; mais il estimait que les trouvailles ainsi faites sont peu de chose à côté des découvertes qu'ont permis de réaliser les théories abstraites. On pourrait discuter là-dessus, et les travaux actuels sur la constitution de l'atome, où domine une imagination puissante, sembleraient peut-être défavorables à la thèse de Duhem. Quoi qu'il en soit, nous pouvons répéter ici ce que nous disions tout à l'heure à propos des théories explicatives ; il faut distinguer entre la forme plus ou moins définitive à donner à des doctrines très élaborées et les méthodes de recherches dans lesquelles l'esprit souffle où il veut.

IX

Duhem a consacré une grande partie de son labeur à l'histoire des sciences. Celle-ci n'était pas pour lui un simple objet de curiosité, car il pensait qu'on ne peut avoir une idée juste sur la science, si l'on se borne à la considérer dans son état actuel. Il était en même temps capable de faire œuvre d'érudit, qui remonte aux sources, compulse et compare les manuscrits, examine les écritures et propose des corrections de textes.

Ses deux volumes sur les origines de la Statique témoignent d'une réelle maîtrise dans ce genre d'études. Duhem nous montre les deux impulsions que la Statique a reçues dès l'origine. Dans l'une, apparaît la tendance d'Archimède où l'on cherche à construire une Statique entièrement indépendante de la Dynamique sur le modèle des éléments d'Euclide, en ramenant par une analyse patiente les cas les plus complexes aux équilibres simples et élémentaires ; l'autre source, essentiellement synthétique, peut être rattachée à Aristote.

Duhem, en étudiant l'histoire de cette seconde tendance, met en évidence le rôle au XIII[e] siè-

cle de l'Ecole d'un certain Jordanus de Nemore, né suivant lui à Nemi en Italie, et chez qui il aperçoit une ebauche de la méthode des travaux virtuels. Jordanus et ses successeurs postulent en effet que « ce qui peut élever un certain poids à une certaine hauteur peut aussi élever un poids n fois plus grand à une hauteur n fois plus petite ». Il est assurément remarquable de trouver dans cette Ecole du moyen âge un appel incontestable au principe que Descartes prendra pour fondement de la Statique, et qui, grâce à Jean Bernouilli et à Lagrange, deviendra la proposition fondamentale de la science de l'équilibre.

Un historien italien, M. Vailati, a depuis retrouvé la première origine de la méthode des déplacements virtuels dans Héron d'Alexandrie, qui vivait au temps de l'astronome Ptolémée. Quoi qu'il en soit, Duhem montre combien fut considérable l'influence exercée par Jordanus et un de ses disciples, qu'il appelle le précurseur de Léonard de Vinci ; aucun doute ne peut subsister sur la filiation scientifique du grand artiste avec l'Ecole du XIII^e^ siècle. Les écrits de l'Ecole de Jordanus furent effrontément pillés au XVI^e^ siècle ; l'idée de propriété scientifique manquait en ce temps, et la difficulté de découvrir les démarquages dans les textes parfois obscurs vient compliquer singulièrement la tâche de l'historien.

C'était pour Duhem une joie de rendre justice aux inconnus ou aux anonymes, et d'apercevoir *dans la nuit du moyen âge* non seulement des lueurs éparses, mais des flambeaux qui ont passé de main en main. Voici la conclusion de ses volumes sur la Statique, conclusions qui se retrouvent dans d'autres ouvrages de notre confrère : « *La Science dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes, écrit-il, découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge ; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été le plus souvent que des évolutions lentes et longuement préparées, les soi-disant renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles ; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique.* »

J'ai hâte d'ajouter que, malgré ses sympathies pour les précurseurs, Duhem n'en rend pas moins à Descartes une éclatante justice, en insistant, avec plus de force et de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, sur ce que le grand philosophe a vu le premier dans la notion du *travail* le concept fondamental de la Mécanique. Descartes a aussi affirmé, ce que nul n'avait explicitement énoncé avant lui, l'obligation d'appliquer le principe des déplacements virtuels à un déplacement infiniment petit.

Un ouvrage de Duhem en trois volumes est consacré à *Léonard de Vinci, à ceux qu'il a lus et à ceux qui l'ont lu*. Il y étudie d'abord patiemment les notes de Léonard, montrant qu'en lui viennent se condenser, se transformer, vivre d'une vie nouvelle en quelque sorte, la science hellène et la science du moyen âge ; et il s'efforce de suivre la pensée du Vinci jusqu'à Roberval, jusqu'à Descartes, jusqu'à Pascal, jusqu'à ce qu'elle prenne une forme définitive et classique. Je crois bien que le volume qu'il a écrit avec le plus d'amour est le troisième portant pour épigraphe : « *Ad majorem gloriam mechanicæ nostræ scientiæ vere genetricis, Facultatis artium quæ in Universitate Parisiensi* XIV^o^ *sæculo florebat* ». Duhem y montre l'éclat dont a brillé l'Université de Paris au XIV^e^ et au XV^e^ siècle, époque de vie intellectuelle intense, où l'influence des doctrines parisiennes fut considérable sur les enseignements des Universités d'Allemagne, d'Angleterre, d'Italie et d'Espagne.

On a souvent regretté que les maîtres de ce temps n'aient pas eu le sentiment plus développé du réel, et que, surtout logiciens, ils n'aient pas su expérimenter. Il semble cependant que les projets d'expérience ne leur ont pas manqué, mais leur technique était insuffisante; c'est qu'en effet les progrès des sciences expérimentales sont liés à ceux de la technique. D'autre part les théories ne pouvaient alors que rarement être expérimentées en un langage mathématique permettant d'arriver à quelque prévision numérique.

La Dynamique d'Aristote reposait sur l'axiome que nul mouvement ne peut durer, s'il n'est entretenu par l'action continuelle d'une puissance motrice directement et immédiatement appliquée au mobile. Dans la flèche qui vole après avoir quitté l'arc, le grand philosophe croit trouver cette puissance dans l'air ébranlé. Cette hypothèse, qui nous semble absurde, fut admise presque unanimement par les physiciens de l'antiquité.. Une exception est cependant à signaler. Aux dernières années de la philosophie grecque, un chrétien d'Alexandrie, Jean Philopon s'inscrivait contre la doctrine peripatéticienne du mouvement des projectiles; la flèche, d'après lui, continue à se mouvoir, sans qu'aucun moteur lui soit appliqué, parce que la corde de l'arc y a engendré une énergie *cinétique* (c'est l'équivalent du terme dont se servait Philopon),

qui joue le rôle de vertu motrice. Les commentateurs arabes, comme Averroës, et le moyen âge chrétien à ses débuts, dans leur admiration naïve pour Aristote, n'eurent que du mépris pour la doctrine de Philopon; Saint Thomas d'Aquin ne la mentionne que pour la réfuter, très maladroitement d'ailleurs.

X

Vers la fin du XIII^e^ siècle, une réaction se produisit contre la philosophie hellène. Etienne Tempier, évêque de Paris, condamne en 1277 trois cents propositions péripatéticiennes ou néoplatoniciennes, ce qui fait dire à Duhem que les condamnations théologiques, alors formulées, ont ouvert la brèche par laquelle notre Mécanique et notre Physique ont passé.

Peu après, vers le milieu du XIV^e^ siècle, un maître de génie Jean Buridan reprend les idées de Philopon. L'énergie communiquée au projectile, il l'appelle l'*impetus*, et de la théorie de l'*impetus* il fait la base d'une dynamique nouvelle. Jean Buridan n'était pas un inconnu, mais il faut avouer que la dynamique ne jouait aucun rôle dans sa notoriété. Si l'on en croyait Villon dans la ballade des *Dames du temps jadis*, il aurait été à deux pas d'ici, le complice et la victime d'une reine de France :

> Semblablement, où est la Royne,
> Qui commanda que Buridan,
> Fut jetté en ung sac en Seine ?
> Mais où sont les neiges d'Antan ?

et cette fable alimenta un mélodrame longtemps populaire sur la Tour de Nesles. Son nom est aussi attaché à un curieux argument pour ou contre (on ne l'a jamais su) la liberté d'indifférence; mais Duhem n'en a pas trouvé trace dans les écrits de Buridan, et les hésitations de l'âne affamé entre deux bottes de foin identiques semblent aussi légendaires que les amours du philosophe et de Jeanne de Bourgogne.

Buridan était né à Béthune vers 1300. De bonne heure sa renommée fut grande, et, en 1327, il était déjà recteur de l'Université de Paris. C'est à un manuscrit du fonds latin de la Bibliothèque nationale, traduit et commenté par lui, que Duhem emprunte un exposé de la Dynamique de Buridan. D'après celle-ci, l'*impetus* demeurerait sans changement dans le projectile lancé, s'il n'était incessamment modifié par la résistance du milieu et l'action de la pesanteur. Traduisant en langage moderne, nous pouvons dire que Buridan regarde l'*impetus* comme le produit de deux facteurs : la masse et une fonction croissante de la vitesse. Prudemment, il ne précise pas cette fonction que Galilée et Descartes admettront, à tort, proportionnelle à la vitesse, tandis que Leibnitz la regardera comme égale au carré de celle-ci; de la notion de l'*impetus* devaient donc sortir un jour la *quantité de mouvement* et la *force vive*. La dynamique du philosophe de Béthune ne s'applique pas seulement au mouvement des graves. Il s'élève à la loi de l'inertie; aussi peut-il esquisser une mécanique céleste toute nouvelle. « Il n'est pas nécessaire, professait Buridan, de poser l'existence d'intelligences qui meuvent les corps célestes d'une manière appropriée; bien plus, il n'est pas nécessaire que Dieu les meuve, si ce n'est sous la forme d'une influence générale, de cette influence par laquelle nous disons qu'il coopère à tout ce qui est ». L'audace était grande de proclamer inutiles les intelligences motrices des orbes célestes, qui jouaient un rôle important dans la physique péripatéticienne. Aussi Duhem n'hésite-t-il pas à écrire : « Si l'on voulait, par une ligne précise, séparer le règne de la science antique du règne de la science moderne, il la faudrait tracer, croyons-nous, à l'instant où Jean Buridan a conçu cette théorie, à l'instant où on a cessé de regarder les astres comme mus par des êtres divins, où l'on a admis que les mouvements célestes et les mouvements sublunaires dépendaient d'une même mécanique ».

Parmi les disciples de Buridan figurent, au premier rang, Albert de Saxe, qui enseigna qu'un système pesant est en équilibre quand son centre de gravité est le plus bas possible, et aussi Nicole Oresme, grand maître du Collège de Navarre en 1356, et plus tard évêque de Lisieux. Celui-ci fut à la fois un précurseur de Copernic par les vues qu'il émit sur le rôle de la terre et des planètes, et de Descartes, par l'usage qu'il fit des principes essentiels de la Géométrie analytique. Il connaissait aussi la loi liant les espaces au temps dans un mouvement uniformément accéléré, mais peut-être la tenait-il de l'école alors célèbre des logiciens d'Oxford.

Les idées des *Parisiens* furent combattues par les Averroïstes italiens du XV^e^ siècle. Léonard de Vinci comprit au contraire leur importance et s'appliqua à les développer. Par l'étude de l'*impeto* composé, il tente le premier l'explication de la trajectoire curviligne des projectiles, qui recevra son achèvement de Galilée et de Torricelli. Quant à Galilée, Duhem nous le montre d'abord attaché longtemps aux doctrines anciennes, et il étudie ensuite les ouvrages dont la lecture l'initia à la dynamique et à la ciné

matique des Buridan, des Albert de Saxe et des Nicole Oresme. La filiation n'est pas douteuse; les maîtres de l'Ecole parisienne ont posé les fondements de la Mécanique que développeront Galilée et ses disciples. Il est cependant un côté de l'œuvre de Galilée, qu'un admirateur plus enthousiaste du grand Florentin aurait mis en évidence; c'est le côté expérimental. A la place d'expériences qualitatives des maîtres des siècles précédents surtout préoccupés de l'examen logique et philosophique des hypothèses, on trouve chez le physicien de Florence des expériences quantitatives sur le plan incliné et le pendule. Mais Duhem se proposait surtout de montrer, dans son ouvrage, la continuité entre la science du moyen âge et celle des temps modernes, et on ne peut nier qu'il y ait brillamment réussi.

XI

Entre temps, Duhem écrivait avec une extraordinaire facilité de très nombreux articles sur des sujets variés d'histoire des sciences. Citons au moins quelques-uns d'entre eux qui montrent bien la manière du savant historien. Il y a en hydrostatique un principe qui porte le nom de Pascal. Ce principe est-il vraiment dû à Pascal? Avant lui, Stevin de Bruges, le père Mersenne, Descartes, Galilée, Torricelli, avaient écrit sur l'équilibre des fluides et, dans son célèbre *Traité sur l'équilibre des liqueurs,* ne se trouve aucune vérité qui n'ait été aperçue de quelques-uns de ces auteurs. Faut-il conclure que l'œuvre de Pascal est sans originalité? Duhem proteste avec vigueur. Les principales vérités qui constituent l'hydrostatique avaient été découvertes, mais elles n'avaient pas été ordonnées et reliées les unes aux autres. Pascal fut cet organisateur, en rattachant le tout au principe des déplacements virtuels, et notre confrère termine son article en citant un mot de Pascal sur « l'ordre et le peu de gens qui l'entendent », et il ajoute avec quelque mélancolie : « Les physiciens prodiguent volontiers aujourd'hui les témoignages de leur admiration à toute découverte d'un fait nouveau ou d'une loi imprévue, mais ils semblent priser à très bas prix les efforts de ceux qui souhaitent mettre de l'ordre et de la méthode dans le monceau des faits que d'autres ont découverts, qui cherchent à déduire logiquement d'un petit nombre de principes la multitude des lois formulées par les inventeurs ».

Dans ses études historiques Duhem a souvent rencontré le nom du père Mersenne qui, au XVII^e^ siècle, correspondait avec tous les savants de son temps, et dont Pascal disait qu'il n'avait pas d'égal pour poser de belles questions. Qui a imaginé le premier la célèbre expérience du Puy de Dôme avec le baromètre? Est-ce Pascal, est-ce Descartes? La question a donné lieu en 1906 à des débats passionnés. Pour Duhem celui qui a projeté le premier cette expérience, c'est le père Mersenne. Certes, cette expérience très facile à imaginer après les découvertes de Torricelli, a pu être conçue par Pascal, par Descartes et par d'autres. Mais le premier écrit, où elle se trouve proposée, est un livre du père Mersenne, paru le 1^er^ octobre 1647; l'expérience du Puy de Dôme a été faite le 19 septembre 1648. Il faut ajouter que, par les temps d'improbité scientifique que furent le XVI^e^ et le XVII^e^ siècle, la figure du père Mersenne apparaît, comme dit Duhem, auréolée de loyauté. Contrairement à ceux, très nombreux, qui faisaient grand étalage d'érudition, mais énuméraient seulement les ouvrages auxquels ils ne devaient rien, on en rencontre d'ailleurs dans tous les temps, l'honnête religieux a toujours cité scrupuleusement ceux dont il s'inspire. Dans une étude importante consacrée à l'*Optique de Malebranche,* Duhem a voulu réparer une de ces erreurs dont n'est que trop coutumière l'histoire des sciences. Pour beaucoup, l'oratorien est le célèbre disciple de Descartes, qui a poussé les idées du philosophe plus loin sans doute que celui-ci n'aurait voulu qu'on les poussât, comme en témoigne la *Vision en Dieu.* Mais ici nous devons nous rappeler que, en 1699, peu de temps après avoir été nommé académicien honoraire dans notre Compagnie, Malebranche lisait un Mémoire intitulé : *Réflexions sur les lumières et les couleurs et la génération du feu,* qui est imprimé dans nos recueils. Or c'est là qu'a été émise pour la première fois l'hypothèse que la période de vibration caractérisait la couleur d'une lumière monochromatique, l'éclat de la couleur croissant avec l'amplitude de cette vibration. Malebranche, après avoir d'abord suivi Descartes, s'était, après la découverte de Rœmer sur la vitesse finie de la lumière, rallié au sytème de Huyghens; mais le grand Hollandais n'avait rien dit sur les couleurs. Il est vraiment étrange qu'aucun historien n'ait, avant Duhem, revendiqué les droits du philosophe à la paternité de ces idées fondamentales. « Malebranche fut un modeste, conclut Duhem, aussi lui arriva-t-il ce qui advient trop souvent aux modestes; on admit les idées qu'il avait proposées, mais on ne parla pas de celui qui les avait conçues ».

XII

Duhem méditait depuis longtemps un ouvrage étendu sur les doctrines cosmogoniques. Il en commença la publication en 1913 sous le titre : *Le système du monde, histoire des doctrines cosmogoniques de Platon à Copernic*. L'astronomie ayant pris de bonne heure une forme suffisamment précise, on peut y suivre dès l'antiquité les relations de la théorie physique avec l'explication métaphysique. Mais il faut ici faire attention au langage dont nous usons. Pendant deux mille ans, comme le remarque Duhem, la physique positive n'a pas été séparée de la cosmologie, c'est-à-dire d'une métaphysique du monde matériel, et les questions débattues durant l'antiquité et le moyen âge doivent être ainsi formulées : Quelles sont les relations de l'astronomie envisagée comme théorie physique avec la physique regardée comme une cosmologie? Alors que le physicien examine ce qui concerne l'essence du ciel et des astres, l'astronome se préoccupe seulement de l'ordre des corps célestes, de leurs figures et de leurs distances; son but est atteint quand ses constructions géométriques assignent à chaque astre errant une marche conforme à celle que relèvent les observations. « *Sauver les phénomènes* » σώζειν τὰ φαινόμενα tel est son but. Les diverses écoles mêlent plus ou moins le point de vue du physicien et celui de l'astronome; mais, dans l'hellénisme à son déclin, le second point de vue paraît peu à peu prédominer. Les hypothèses des astronomes prétendent de moins en moins à être des réalités, et sont regardées seulement comme des fictions, dont l'objet est de sauver les apparences, cela toutefois avec des alternatives diverses.

Une telle histoire des doctrines cosmogoniques a exigé un travail immense; la sûreté des jugements de l'auteur n'est pas moins digne d'admiration que l'étendue de son érudition. Quoiqu'il déclare commencer à Platon, Duhem croit devoir rappeler les points essentiels de l'astronomie pythagoricienne, et il est ainsi amené à détruire une légende accréditée depuis Gassendi, d'après laquelle le pythagoricien Philolaüs faisait tourner la Terre autour du Soleil; ce n'était pas le soleil, mais une sphère de feu, invisible de la partie habitée de la Terre, qui était pour Philolaüs le centre du monde. Duhem, après avoir cherché à démêler la doctrine astronomique de Platon sous le voile poétique qui la recouvre souvent, aborde l'étude du système des sphères homocentriques dont le centre est la Terre, le premier *motcur* entretenant continuellement le mouvement des sphères homocentriques; ces divers mouvements sont circulaires et uniformes, tout corps formé de l'essence céleste devant se mouvoir d'un tel mouvement. Le système homocentrique, adopté par Aristote et ses disciples, est dû, en réalité à Eudoxe de Cnide, et Duhem écrit à ce sujet la phrase suivante bien caractéristique : « L'attribution du titre de créateur de la méthode des sciences physiques a donné lieu à bien des querelles; les uns ont voulu le donner à Galilée, les autres à Descartes, d'autres encore à François Bacon qui est mort sans avoir jamais rien compris à cette méthode. En vérité la méthode des sciences physiques a été définie par Platon et par les pythagoriciens de son temps avec une netteté et une précision qui n'ont pas été surpassées; elle a été appliquée pour la première fois par Eudoxe de Cnide lorsqu'il a tenté, en combinant des rotations de sphères homocentriques, de sauver les mouvements apparents des astres ».

D'après l'astronome italien Shiaparelli, le véritable précurseur de Copernic relativement au système héliocentrique est Héraclide du Pont, qui vivait au temps même d'Aristote. Duhem se rallie à son opinion, quoique on ait pu prétendre avec quelque raison que cet astronome laissait la Terre immobile au centre du mouvement du Soleil, les autres planètes tournant autour de celui-ci, ce qui fut plus tard le système de Tycho-Brahé. En tous cas, il est certain qu'Aristarque de Samos soutenait, cinquante ans après Héraclide, le système héliocentrique dans son intégrité; sa tentative tomba dans l'oubli pendant de longs siècles. L'œuvre d'Hipparque, dont presque tous les ouvrages ont été perdus, est difficile à reconstituer. Duhem s'y est appliqué avec une grande sagacité, en discutant les témoignages des astronomes postérieurs. L'œuvre de Claude Ptolémée est mieux connue, et sa grande *Composition mathématique de l'astronomie*, appelée par les Arabes *al Majesti* est restée longtemps, sous le nom, d'*Almageste*, le code de l'astronomie.

Les astronomes grecs avaient remarqué de bonne heure que des hypothèses géométriques, distinctes l'une de l'autre, peuvent *sauver* avec la même exactitude les phénomènes. Ainsi il y a équivalence entre les épicycles et les excentriques, imaginés probablement par les dernières écoles pythagoriciennes de la grande Grèce et auxquels se rallièrent Hipparque et Ptolémée; il y a aussi équivalence entre le système héliocentrique et le système géocentrique. Ce n'est pas à l'astronome que, dans de tels cas, il appar-

tient de rechercher lequel est le plus conforme à la nature des choses; cette étude est réservée au physicien qui a médité sur la cinquième essence, celle des corps célestes. Quelquefois aussi ce sera la simplicité ou la commodité qui pourra décider, et il ne faut guère forcer les textes pour retrouver, dans ces anciens temps, quelques-unes des idées que nous croyons les plus modernes.

Nous ne pouvons suivre Duhem à travers l'astronomie arabe et l'astronomie latine au moyen âge. La science, la philosophie et la théologie sont étroitement mêlées en cette histoire, et notre confrère se mouvait avec aisance au milieu des discussions les plus subtiles; tel le débat relatif au temps. Il est peu de notions à la fois plus claires et plus obscures que celle du temps. Dans la philosophie grecque, deux courants d'idées régnèrent à ce sujet. Les uns ont cherché un temps absolu dans un monde supérieur à celui des sens, les autres ont fait du temps une chose relative aux mouvements du monde sensible. Même pour certains, chaque astre a son temps; il y a le temps du soleil, celui de la lune et d'autres planètes. On croirait presque entendre un partisan de la théorie moderne de la relativité parler du temps local. D'autre part, dans la philosophie d'Aristote, les substances, vouées à la génération et à la corruption, sont seules soumises au temps, les êtres qui durent toujours n'étant pas dans le temps, et c'est ce qui amena la doctrine catholique à distinguer le *temps* et l'*éternité*. Au milieu de ce dédale, on a plus d'une fois envie de dire avec Saint-Augustin : « Qu'est-ce donc que le temps? si nul ne le demande, je le sais; si je cherche à l'expliquer quand on me le demande, je ne le sais pas ».

Les quatre premiers volumes de l'*Histoire des Doctrines cosmogoniques* ont été publiés pendant la vie de Duhem. Le tome V a paru en 1917, quelques mois après sa mort. Il traite principalement des relations entre l'aristotélisme et la scholastique latine, et intéressera surtout les historiens de la philosophie. Durant le cours du XIII[e] siècle, l'opposition se fait chaque jour plus vive entre la doctrine chrétienne et le péripatétisme rétabli dans son intégrité par certains commentateurs arabes et ce Sigér de Brabant dont Dante vantait la pureté des syllogismes. Les Albert le Grand et les Thomas d'Aquin s'efforcent de concilier Aristote et le dogme catholique; mais l'heure de la rupture approche, et c'est à ce moment que se termine la partie imprimée de l'ouvrage de Duhem. La publication de cette œuvre considérable, qui devait avoir douze volumes, n'est cependant pas achevée. Les tomes VI, VII et VIII étaient entièrement terminés à la mort de l'auteur, et ses manuscrits ont été confiés par sa fille à l'Académie. Nous souhaitons que les circonstances permettent un jour prochain de les imprimer. Ils grandiront encore la renommée du savant, de l'érudit et du philosophe, qui a jugé faire œuvre utile, en se consacrant pour un temps à des recherches si éloignées d'abord de ses premières études. Il pensait que rien n'est indifférent, pour l'histoire de l'esprit humain, des admirables constructions d'une si belle pureté de lignes, réalisées dans l'antiquité par le génie hellène, et dont tant de pierres ont trouvé place dans l'édifice de la science moderne.

XIII

Duhem a été pendant plus de vingt ans professeur de physique théorique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Son désir était de revenir à Paris, non point qu'il eût la moindre ambition personnelle, mais il estimait que c'était pour lui le seul moyen d'avoir quelque action sur l'orientation des recherches physico-chimiques. Cependant, trop physicien pour les mathématiciens et trop mathématicien pour les physiciens et les chimistes, il ne trouva pas dans la capitale la place à laquelle sa situation scientifique aurait pu lui donner droit. Il ne fit d'ailleurs rien pour y arriver; ce n'était pas dans sa manière. D'un désintéressement absolu, le caractère de Duhem était essentiellement chevaleresque. Quand il croyait apercevoir quelque tort ou quelque injustice, il se levait pour protester; ce qui n'est pas la meilleure façon de se faire des amis. Les savants, qui lui paraissaient par leur enseignement ou leurs écrits retarder la marche de la science, devenaient ses ennemis personnels. On peut trouver qu'il dépassa parfois la mesure, d'autant que, dans la vivacité de la polémique, sa critique oubliait les services que rendent souvent dans la science les lois approximatives et simples. Il eut parmi ses contemporains quelques antipathies scientifiques, comme dans les temps antérieurs il en avait eu en la personne de certains humanistes et savants de la Renaissance, qui avaient combattu les doctrines des vieux maîtres, par lui réhabilités, de l'Université de Paris.

Des intimes de Duhem affirment qu'il souffrait de l'ostracisme qui semblait peser sur lui. Il avait cependant à Paris des amis qui appréciaient sa haute valeur scientifique et son immense labeur; dès 1900 l'Académie le nommait

Correspondant dans la section de Mécanique, sur un rapport extrêmement élogieux de notre confrère Sarrau, bon juge dans les questions de Thermodynamique et de mécanique chimique. Quand l'Académie eut créé, en 1913, une section de membres non résidants, plusieurs d'entre nous pensèrent immédiatement à Duhem, mais il hésita à poser sa candidature, ne voulant pas être nommé avant un naturaliste dont il estimait beaucoup les travaux. Ce ne fut pas sans peine qu'on lui fit comprendre qu'il n'était pas chargé de classer les candidats, et il était élu, le 8 décembre 1913, à la presque unanimité des suffrages. Cette élection amena, semble-t-il, dans son esprit inquiet, une sorte de détente.

Quoique Duhem eût beaucoup étudié l'histoire de la philosophie, particulièrement dans ses rapports avec les sciences, il aimait peu les discussions philosophiques. Il eut cependant à répondre à diverses critiques. Nous avons déjà dit que ses idées sur la théorie physique l'avaient fait parfois classer parmi les pragmatistes. Il fut aussi un jour traité de kantiste: c'était à un congrès de savants catholiques à Bruxelles. L'insistance qu'il avait mise à déclarer qu'une théorie physique est quelque chose de purement formel, avait paru suspecte à quelques-uns qui l'accusèrent de subjectivisme. Ce prétendu kantiste a cependant écrit cette phrase, qui n'eût sans doute pas été contresignée par son ami Delbos, que la *Critique de la raison pure* est le commentaire le plus long, le plus obscur, le plus confus, le plus pédant de ce mot de Pascal : « nous avons une impuissance à prouver invincible à tout le dogmatisme », et il n'a pas mieux traité la certitude de qualité inférieure, ce sont ses expressions, à laquelle aboutit péniblement le philosophe de Kœnigsberg dans la *Critique de la raison pratique*. Non, ce n'est pas de Kant, mais de Pascal que relève Duhem, de Pascal qu'il cite constamment, et dont il sait entièrement par cœur le livre des *Pensées*.

Des critiques lui vinrent aussi d'autres côtés. Une d'elles lui fut particulièrement sensible. Un philosophe distingué, après une étude très approfondie de la philosophie scientifique de Duhem, la caractérisait en ces termes : « Dans ses tendances vers une conception qualitative de l'Univers matériel, dans sa défiance vis-à-vis d'une explication complète de cet Univers par lui-même, telle que le rêve le mécanisme dans ses répugnances plus affirmées que réelles à l'égard d'un scepticisme scientifique intégral, elle est la philosophie scientifique d'un croyant ». Dans un article intitulé *Physique de croyant,* Duhem crut devoir répondre longuement. Il renvoie aux partisans du mécanisme l'acusation de faire de la métaphysique, et insiste sur ce que « pour le physicien, l'hypothèse que tous les phénomènes naturels peuvent s'expliquer mécaniquement n'est ni vraie ni fausse; elle n'a pour lui aucun sens ». Avec une vigueur nouvelle, Duhem reprend ses assertions qu'un principe de physique théorique est une forme mathématique propre à résumer et à classer des lois constatées par l'expérience, et donne simplement une image de ces lois; il est nécessairement sans usage dans les discussions métaphysiques ou théologiques. Ainsi Duhem plaisante ceux qui prétendent déduire du principe de la conservation de l'énergie l'impossibilité du libre arbitre. En posant ce principe, on postule que les phénomènes sont régis par des équations différentielles et, par suite, soumis à un déterminisme rigoureux; il y a alors quelque naïveté à s'étonner qu'aucune place dans la classification ne soit réservée aux actes libres, qui en ont été exclus *a priori*. Il n'est pas douteux que, au sens où l'entend Duhem, une théorie physique n'est ni une théorie de croyant, ni une théorie d'incroyant, mais seulement une théorie de physicien; mais peut-être, dans des discussions de ce genre, saisit-on bien ce qu'a de trop étroit cette opposition systématique faite par Duhem à la méthode inductive qui permet au moins d'énoncer des probabilités, d'autant qu'il fait lui-même une induction en proclamant que la théorie en se perfectionnant devient le reflet de plus en plus précis d'une métaphysique. Duhem a beau jeu d'ailleurs avec les critiques relatives à la conception qualitative de l'Univers, conception qui a été un trait essentiel de la Cosmologie enseignée dans l'antiquité par les disciples d'Aristote, au moyen âge par les philosophes arabes et juifs, comme par par la scolastique catholique, et ne se rattache par suite à aucune croyance, ce qui lui donne l'occasion de signaler des analogies un peu forcées, semble-t-il, entre la physique péripatéticienne et la Thermodynamique générale.

La conception que Duhem avait des théories scientifiques ne troublait donc en rien sa foi religieuse. Ce n'est pas qu'il considérât nécessairement le domaine scientifique et le domaine religieux, comme séparés à leur racine par une cloison étanche. Sa pensée intime à ce sujet nous est révélée dans une lettre à un ami d'enfance : « J'ai cru de mon devoir de savant, écrit-il, comme de mon devoir de chrétien de me faire sans cesse l'apôtre du sens commun, seul fondement de toute certitude scientifique, philosophi

que, religieuse. Mon livre sur la théorie physique n'avait pas d'autre objet que de mettre en évidence la vérité scientifique de cette thèse ». A l'objection que certaines croyances philosophiques et religieuses reposent uniquement sur des raisonnements sans valeur, invoquant sans cesse des notions indéfinissables qui ne sont que des mōts vides de sens, Duhem répond dans la même lettre : « A force de réfléchir à ces difficultés, je me suis aperçu qu'on en pouvait dire autant de toutes les sciences, de celles qu'on regarde comme les plus rigoureuses, la Physique, la Mécanique, voire la Géométrie. Les fondations de chacun de ces édifices sont formées de notions que l'on a la prétentiōn de comprendre, bien qu'on ne puisse les définir, de principes dont on se tient pour assuré, bien qu'on n'en ait aucune démonstration. Ces notions, ces principes, sont formés par le bon sens. Sans cette base du bon sens, nullement scientifique, aucune science ne pourrait tenir; toute sa sōlidité vient de là ». Duhem se rencontre ici encore avec Pascal, affirmant que c'est par le cœur, il entend par là le bon sens, que nous connaissons les premiers principes, et aussi avec le Descartes du Discours de la méthode, pour qui le bon sens, trait d'union entre notre pensée et le réel, est la vraie source de l'invention et du jugement.

XIV

Ces idées sur la certitude, Duhem les a maintes fois soutenues verbalement dans ses cours et dans ses conversations. Nous les retrouvons dans les conférences qu'il fit pendant la guerre sur *la science allemande,* et qui ont été réunies en un petit volume. Il a voulu montrer dans cet ouvrage comment les Allemands, en se refusant à mettre dans le bon sens le fondement de la certitude, l'ont successivement mis partout où il ne pouvait pas être, et ont ainsi produit diverses philosophies plus étranges les unes que les autres, depuis ce cardinal allemand du xv^{e} siècle, Nicolas de Cues, qui prenait comme base de ses déductions l'identité en toutes choses du maximum et du minimum, jusqu'à Hegel posant l'axiome fondamental de l'identité des contradictoires. Duhem insiste sur la confiance de l'esprit allemand dans le raisonnement déductif, sa méfiance et son dédain à l'égard des intuītions que fournit le sens commun. Plus des postulats librement posés s'éloignent de celles-ci, plus il a de jouissance à dérouler la longue chaîne des syllogismes qui se déduit de ces prémisses. D'autre part, le bon sens, se surpassant lui-même, poussant sa force et sa souplesse jusqu'à leurs extrêmes limites, devient ce que Pascal nommait *esprit de finesse,* et qu'il oppōsait à l'esprit de géométrie habile à manier avec rigueur la méthode déductive. Or, en général, le savant allemand a l'esprit géométrique, mais il est dépourvu d'esprit de finesse, et ceci donne à la fois les raisons de sa faiblesse et de sa force, car le rôle de l'esprit de finesse, si nécessaire au début de certaines études pour en poser les principes, devient moindre quand elles sont parvenues à un stade où l'esprit de géométrie peut tirer de ces principes la longue chaîne de leurs conséquences. Tels sont les points de vue élevés où se plaçait Duhem pour parler de l'Allemagne pendant la guerre, et ses fines analyses de la mentalité germanique n'ont rien perdu de leur intérêt.

En une autre circonstance, il lui parut utile de répondre à un jugement sommaire porté sur Lavoisier par un chimiste allemand, et il écrivit une petite brochure : *La chimie est-elle une science française?* On a plaisir et profit à suivre avec lui la longue histoire des explications concernant la calcination des métaux. Après Cardan et Léonard de Vinci, qui professaient que l'âme du plomb regagnait son lieu alourdissant ainsi le métal changé en céruse, le médecin périgourdain Jean Rey, véritable précurseur de Lavoisier, esquisse au début du xvii^{e} siècle une théorie de l'oxydation, bientôt précisée par l'anglais Jean Mayow, qui devine dans l'air l'existence d'un principe actif igno-aérien, celui-là même que Lavoisier devait un jour appeler *oxygène.* Mais bientôt après, la Chimie naissante s'engage dans une fausse voie avec Robert Boyle et Stahl, et la théorie du phlogistique régna jusqu'à ce que Lavoisier, complétant et précisant les vues de Jean Rey et de Mayow, vint tout démontrer par la précision de ses mesures et la rigueur de sa critique. Duhem voyait là encore une confirmation d'une thèse qu'il avait maintes fois formulée : « le plus souvent, a-t-il écrit, une vérité n'est pas reçue d'une manière définitive, avant qu'elle n'ait été découverte à plusieurs reprises séparées les unes des autres par de longs intervalles d'erreur et d'oubli ».

Duhem resta longtemps isolé dans sa studieuse retraite, tout entier à ses travaux et à son enseignement. Il craignait de se laisser enrégimenter, et il semble même qu'il voyait d'un œil méfiant certains prosélytismes qu'on aurait pu penser lui être sympathiques. Peu à peu cependant, il s'associa à des groupements bordelais dont le rapprochaient ses convictions religieuses,

faisant aux étudiants des causeries historiques ou philosophiques, où il savait se mettre à la portée de ses auditeurs, jeunes gens ou jeunes filles. Ce polémiste, parfois fougueux, plaisait à la jeunesse qu'il comprenait et qu'il aimait. Il n'avait rien d'ailleurs d'un prédicateur morose, et ne manquait ni de gaieté, ni de cet esprit de finesse dont il avait si doctement parlé.

La guerre, pour lui comme pour tant d'autres, modifia ses habitudes, et on le vit payer de sa personne dans un grand nombre d'œuvres. C'est à l'Association des étudiants catholiques qu'il fit ses conférences sur la science allemande. Il se dépensa sans compter au Comité girondin de l'Orphelinat des Armées, fondé avec le concours de la municipalité de Bordeaux. Sans le rechercher, il était ainsi devenu une figure bordelaise, et la grande cité méridionale était fière de lui. Elle a entendu garder pieusement son souvenir, en donnant le nom de Pierre Duhem à une des rues de la ville; le rapporteur de la proposition faite à ce sujet au Conseil Municipal terminait par ces mots : « Qu'il me soit permis d'ajouter que chez lui l'homme s'élevait à la hauteur du savant; tous ceux qui l'ont connu et approché admiraient l'indépendante fierté de son caractère, son inflexible conscience, la bonté et la sûreté de son cœur. »

La facilité de travail de Duhem était prodigieuse. Mémoires scientifiques, articles philosophiques ou historiques, il menait tout de front comme en se jouant; les pages couvertes par sa grande écriture bien connue de ses nombreux correspondants succédaient aux pages, sans ratures, toutes prêtes pour l'impression. Malgré son naturel maladif, notre confrère paraissait vigoureux, et son visage souriant, terminé par une longue barbe, respirait la franchise. Il aimait passionnément la marche et, pour se reposer de ses travaux, consacrait une partie de ses vacances à parcourir avec le sac au dos une région de la France. Il excellait aussi à diriger une embarcation, et on le rencontrait sur la côte bretonne, menant la vie des pêcheurs. Il était heureux de retourner chaque année dans sa maison de Cabrespine. C'est là que la mort le prit en 1916. Au début de septembre, des douleurs violentes firent diagnostiquer une angine de poitrine, dont les premiers symptômes, déjà anciens, avaient été méconnus. Le 14, une crise subite l'enlevait en quelques minutes, à l'âge de cinquante-cinq ans; il dort maintenant son dernier sommeil dans le cimetière d'un petit village de la Montagne Noire.

Ainsi disparaissait, dans toute la maturité de son talent, un travailleur d'une rare vigueur d'esprit. A une époque d'une spécialisation excessive, la prodigieuse activité de Duhem s'est portée sur les parties les plus variées des sciences physico-mathématiques, et il a été aussi un humaniste et un philosophe. L'harmonie fut profonde chez lui entre l'homme et le savant, que guidait l'un et l'autre une vue systématique des choses; sa vie si bien ordonnée laisse l'impression d'une admirable unité. La France perd en lui un bon serviteur; l'Académie, qui de bonne heure avait rendu justice à son infatigable labeur, un de ses membres qui lui faisaient le plus d'honneur.

Emile PICARD,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

LES THÉORIES EINSTEINIENNES ET LE BON SENS

On sait combien les théories d'Einstein ont été et sont encore critiquées au nom du bon sens ; bien des gens n'y tolèrent pas d'apparentes contradictions avec les faits les plus habituels. Après des conférences publiques faites dans une chaire de l'Université de Toulouse, j'ai discerné, derrière l'enthousiasme de la grande majorité des auditeurs, un sentiment de réserve, venant d'une minorité très nette, lequel sentiment se réclamait constamment du dit bon sens. Mais j'ai alors cru percevoir que ces personnes appelaient « bon sens » la faculté de raisonner sur ce que l'observation vulgaire révélait dans un rayon moyen, faculté qui me semble d'un faible secours aux confins de la Voie Lactée ou à l'intérieur de l'atome.

Des pages profondes viennent d'être écrites à ce point de vue par M. Emile Borel dans son beau livre *L'Espace et le Temps*. L'auteur y fait une critique serrée de certaines notions devenues par trop intuitives, telles celle du continu.

Comme nous le rappelle M. Emile Picard dans son élégant opuscule sur *La Théorie de la Relativité et ses applications à l'Astronomie*, ces conflits ne datent pas d'hier et il y aurait le plus grand intérêt à chercher à les aplanir, non pas par des discussions créées maintenant de toutes pièces — ce qui paraîtra toujours tendancieux à certains esprits — mais à examiner si d'illustres penseurs, disparus avant d'avoir entendu

le moindre écho des théories relativistes actuelles, n'auraient pas déjà souffert d'oppositions de la science et du bon sens.

J'ai idée que la seule bibliographie du sujet doit être riche.

M. Emile Picard souhaite un accord avec le bon sens de Descartes lequel est incomparablement supérieur à celui du vulgaire. Mais, pour en revenir à mes propres recherches, je trouve de haut intérêt de transcrire textuellement un passage extrait de l'*Avenir de la Science*, d'Ernest Renan, passage dont je dois la découverte beaucoup plus au hasard, sans doute, qu'à mon talent en matière de trouvailles de ce genre. Je tiens seulement à prévenir le lecteur que le style de Renan a un caractère acerbe que je n'approuve en rien et que je suis encore moins disposé à imiter.

*
* *

« A côté d'un dogmatisme théologique qui rend la « Science inutile et lui enlève sa dignité, il faut placer « un autre dogmatisme encore plus étroit et absolu, « celui d'un bon sens superficiel qui n'est au fond que « suffisance et nullité et qui, ne voyant pas la difficulté « des problèmes, trouve étrange qu'on en cherche la so- « lution en dehors des routes battues.

« Il est trop clair que le bon sens dont il est ici ques- « tion n'est pas celui qui résulte des facultés humaines « agissant dans toute leur rectitude sur un sujet suffi- « samment connu. Celui que j'attaque est ce quelque « chose d'assez équivoque dont les petits esprits s'ar- « rogent la possession exclusive et qu'ils accordent si « libéralement à ceux qui sont de leur avis, cette subtile « puérilité qui sait donner à tout une apparence d'évi- « dence. Or il est clair que le bon sens ainsi entendu « ne peut suppléer la science dans la recherche de la « vérité. Observez d'abord que les esprits superficiels, « qui en appellent sans cesse au bon sens, désignent « par ce nom la forme particulière et très bornée de « coutumes et d'habitudes où le hasard les a fait « naître. Leur bon sens est la manière de voir de leur « siècle ou de leur province. Celui qui a comparé savam- « ment les faces diverses de l'humanité aurait seul le « droit de faire cet appel à des opinions universelles. « Est-ce le bon sens d'ailleurs qui me fournira ces con- « naissances de philosophie, d'histoire, de philologie, « nécessaires pour la critique des plus importantes vé- « rités? Le bon sens a tous les droits quand il s'agit « d'établir les bases de la morale et de la psychologie; « parce qu'il ne s'agit là que de constater ce qui est « de la nature humaine, laquelle doit être cherchée « dans son expression la plus générale et, par consé- « quent, la plus vulgaire; mais le bon sens n'est que « lourd et maladroit quand il veut résoudre seul les « problèmes où il faut deviner plutôt que voir, saisir « mille nuances presque imperceptibles, poursuivre des « analogies secrètes et cachées. Le bon sens est partiel; « il n'envisage son opinion que par le dedans et n'en « sort jamais pour la juger du dehors. Or presque toute « opinion est vraie en elle-même, mais relative quant « au point de vue où elle est conçue. Les esprits dé- « licats et fins sont seuls faits pour le vrai dans les « sciences morales et historiques, comme les esprits « exacts en mathématiques. Les vérités de la critique « ne sont point à la surface; elles ont presque l'air de « paradoxes, elles ne viennent pas poser à plein devant « le bon esprit comme des théorèmes de géométrie : ce « sont de fugitives lueurs qu'on entrevoit de côté et « comme par le coin de l'œil, qu'on saisit d'une ma- « nière toute individuelle et qu'il est presque impos- « sible de communiquer aux autres. Il ne reste d'autre « ressource que d'amener les esprits au même point de « vue, afin de leur faire voir les choses par la même « face. Que vient faire dans ce monde de finesse et « de ténuité infinie ce vulgaire bon sens avec ses lour- « des allures, sa grosse voix et son rire satisfait? *Je* « *n'y comprends rien* est sa dernière et souveraine con- « damnation, et combien il est facile à la prononcer! Le « ton suffisant qu'il se permet vis-à-vis des résultats « de la science et de la réflexion est une des plus « sensibles agaceries que rencontre le penseur. Elle le « fait sortir de ses gonds, et, s'il n'est très intime- « ment philosophe, il ne peut s'empêcher de concevoir « quelque sentiment d'humeur contre ceux qui abusent « ainsi de leur privilège contre sa délicate et faible « voix.

« On n'est donc jamais recevable à en appeler de la « science au bon sens, puisque la science n'est que le « bon sens éclairé et s'exerçant en connaissance de « cause. Le vrai est sans doute la voix de la nature « humaine, mais de la nature convenablement déve- « loppée et amenée par la culture à tout ce qu'elle « peut être. »

*
* *

On m'accordera probablement que ceci n'est vraiment pas mal pour un ouvrage sur l'*Avenir de la Science* (1) publié avec le sous-titre : *Pensées de* 1848.

Sans doute Renan commence par être trop sévère ; bien des gens se réclament du bon sens qui sont au-dessus de son accusation de « suffisance et nullité ». Mais combien ont tort de ne vouloir voir que les « routes battues! »

Une chose encore assez étrange est que, si presque tout ce qui précède peut s'appliquer maintenant aux sciences physiques, Renan était assez loin de songer particulièrement à celles-là ; la linguistique, la philologie, l'histoire (surtout religieuse) et la théologie étaient pour lui « sciences » favorites. Son opinion sur les mathématiques, qui transparaît dans le passage précité, mériterait, à elle seule, une délicate analyse. Il place, très naturellement, les esprits exacts du côté des mathématiques mais ne paraît pas bien convaincu que les mathématiciens aient besoin d'une grande finesse de sens critique, les théorèmes de géométrie posant naturellement à

(1) Paris, Calmann-Lévy, éditeurs. La citation ici faite est empruntée à la seizième édition de l'ouvrage, pp. 75-77.

plein devant le bon esprit. Il en est bien toujours ainsi quand il s'agit de véritables théorèmes, mais il en est tout autrement quand il s'agit de principes et, déjà en 1848, Renan aurait pu entrevoir le combat des euclidiens et des non-euclidiens, les premiers se servant contre les seconds de ce fameux bon sens en lequel on voit toujours une arme redoutable dès que l'on pense l'avoir de son côté.

Je m'en tiendrai à ces quelques commentaires. Je ne veux guère revenir sur les arguments anti-relativistes ; on sait qu'ils visent généralement des conséquences immédiates de la transformation de Lorentz (contraction des étalons, retard des horloges, temps local). Il est cependant simple de montrer que cette transformation n'est qu'une rotation imaginaire de deux axes rectangulaires si bien que ses propriétés considérées comme paradoxales ne le sont pas plus que celles du cercle qui, quelles que soient sa position et sa grandeur, passe toujours par deux mêmes points du plan (points cycliques) et admet toujours pour asymptotes des droites dont chacune est perpendiculaire sur elle-même (droites isotropes).

On me répliquera, sans doute, que le tort de la transformation de Lorentz est de « réaliser » ces considérations imaginaires.

Peu importe ! Des voix plus autorisées que la mienne défendent les théories d'Einstein et ce que je persiste à trouver fort intéressant c'est qu'Ernest Renan, dans des *Pensées* de 1848, ait pris parti — on a vu avec quelle énergie — pour la science contre le bon sens.

A. Buhl,
Professeur d'Analyse infinitésimale à la Faculté des Sciences de Toulouse.

REVUE D'AGRONOMIE

RÉFORMES ET PROGRÈS RÉCENTS DANS LE DOMAINE AGRICOLE

Un courant d'opinion net entraîne un grand nombre de personnes à s'occuper d'agriculture. On doit se réjouir de cet état de choses, notre pays souffrant plus que d'autres de l'insuffisante application à la production agricole des travailleurs de tous ordres : c'est là incontestablement une des causes du prix élevé et des difficultés matérielles de la vie en France.

— Dans le domaine de l'action de l'Etat en ces derniers mois rappelons les encouragements aux recherches agronomiques : dix millions de crédit affectés aux offices agricoles, trente pour la création d'un grand centre de recherches agronomiques, six pour l'agrandissement de l'Institut agronomique. Des libéralités de ce genre, consciencieusement réparties et utilisées, doivent donner des résultats En Italie également un vaste programme d'agrandissements et de créations nouvelles d'établissements de recherches agricoles est en voie de réalisation.

— La loi sur les habitations à bon marché est applicable à la campagne et il semble bien, dit M. Georges Risler, (*Agriculture pratique* du 18 mars) que cette loi bienfaisante, qui permet à tout travailleur de devenir propriétaire, est ignorée par les ruraux. Il est donc nécessaire de rappeler, en signalant son existence, qu'elle donne, à ceux qui veulent en bénéficier, des facilités et une sécurité remarquables (assurances sur la vie, etc.). Peut-être est-on fondé à penser qu'une propagande habile aurait pu faire de cette loi un levier puissant pour fixer à la terre nombre de personnes qui ne l'ont abandonnée qu'en désespérant d'y acquérir une maison et une terre.

— Au sujet des salaires des domestiques agricoles, M. Abel Beckerich préconise (*Agriculture pratique* 11 mars) l'emploi d'une méthode de paiement à taux mensuel variable, déjà pratiqué dans le midi et dont voici un exemple : le salaire annuel étant représenté par cent, le salaire mensuel est fixé aux fractions : janvier 5 %, février 6, mars 8, avril 9, mai 10, juin 11, juillet 11, août 10, septembre 10, octobre 8, novembre 7, décembre 5. Etant donné l'extraordinaire instabilité d'un personnel qui respecte rarement ses engagements au point de vue de leur durée, un barême proportionnel au travail de chaque saison serait un bien. En fait, on peut dire que les coutumes ont déjà consacré l'usage des prix différents suivant la saison, mais une règle uniforme manque encore.

— Dans les études récentes d'ordre scientifique MM. Fouassier et Lhomme ont ensemencé d'*Azotobacter agilis* des terres stérilisées. Cette technique leur aurait donné plein succès pour favoriser la végétation.

— L'acidité des terres a donné lieu à un grand nombre de recherches. Sujet difficile entre tous pour les expérimentateurs qui doivent garder

beaucoup de réserve dans leurs conclusions, toute mesure d'acidité du sol n'ayant qu'une valeur relative.

M. Demolon (*Annales de la Science agronomique*) et M. Brioux ont résumé des travaux et exposé les méthodes de dosage. Le rôle du carbonate de calcium pour neutraliser l'acidité semble des plus importants, dans les sols cultivés et bien aérés. Cependant, M. Guillin (*Agriculture pratique* 18 mars) a rencontré des sols à 20 % de carbonate de calcium et qui étaient tourbeux, acides (prairies marécageuses). Il pense que dans ces terres mouillées l'humate de calcium a enrobé les noyaux calcaires, rendant impossible la dissolution du carbonate : milieu devenu acide par manque de combustion organique, où les sels ferriques passent même au minimum. En observant des sols de marais, on remarque bien, en effet, certains sous-sols tourbeux, formés de bancs argileux qui prennent la teinte bleu-verdâtre des sels ferreux alors qu'à quelque distance, dans des endroits également tourbeux, placés sur gravier, les cailloux calcaires sont fortement corrodés. M. Guillin estime nécessaire de généraliser les chaulages, marnages, apports de calcaire, dans tous les sols qui donnent à l'analyse moins de 1 % de chaux. Les expériences faites aux Etats-Unis et au Canada (*Bulletin de Rome,* janvier) confirment l'importance des apports de calcium à l'état de carbonate qui peut, dans certains cas même, être aussi efficace pour le développement des cultures que l'addition de chaux. L'emploi économique des engrais, ou de fumier, dépend de la provision de chaux dans le terrain.

— L'influence d'une augmentation de la teneur de l'air en gaz carbonique sur le développement des plantes a fait l'objet d'essais très encourageants et Riedel dans *Chemiker Zeitung* n'envisage rien moins que l'application de longues tuyauteries dans les champs cultivés pour y envoyer les gaz de combustion des établissements sidérurgiques. Il calcule que la dépense s'élèverait à 0,54 mark par m², et parle d'une récolte de pommes de terre doublée. L'idée mérite donc d'être suivie et paraît susceptible de quelques applications.

— Quittons un instant le domaine de la chimie végétale pour examiner le taux de mouture et la digestibilité des farines de froment. A 100 %, farine complète, la digestibilité est seulement de 76 %; à 85 %, la digestibilité s'élève à 81,9 % et avec un taux d'extraction de 72 % (fleur de farine) la digestibilité atteint 88,1 %. Tels sont les résultats nouvellement obtenus par Langworthy et Holmes aux Etats-Unis (*Proceding of the Nat. Acad. of Sc. of U. S. A.* Washington 1921). Ces constatations confirment pleinement les essais antérieurs et montrent qu'il est illusoire de chercher à augmenter la quantité d'aliments en période de disette en diminuant la qualité d'un produit qui forme la base de l'alimentation de toute une population. Le gain de matière digestible compense-t-il la perte de résistance aux épidémies notamment, qui peut résulter d'un régime convenant mal à notre organisme?

— Dans le groupe des plantes fourragères, on trouve cette année un grand nombre d'observations qui montrent la grande valeur du lotier corniculé comme fourrage. Cette légumineuse, dont la longévité est grande et la résistance à la sécheresse considérable, ne pouvait que donner de bons résultats dans les circonstances exceptionnelles de l'année 1921.

La digestibilité comparée de deux Variétés de trèfle d'Alexandrie ou bersim que les agriculteurs de l'Afrique du Nord connaissent bien, a été étudiée en Egypte par A. Prescott. Ses essais ont montré que les deux variétés Fahl et Misqawi ont sensiblement même valeur.

— Les arbres à fruit comestible, comme le châtaignier, sont toujours l'objet d'études très nombreuses dans le but de lutter contre les parasites. On doit signaler que l'espèce *Castanea dentata* qui est essayée depuis 15 ans, comme résistante vis-à-vis de la maladie de l'encre, est maintenant attaquée par un ascomycète redoutable *Eudothia parasitica* qui tue rapidement les arbres en se développant sur le tronc et les branches. Ce châtaignier provenait du Japon. Il existe en Chine une espèce, *C. Mollissima,* qui résiste à ce dernier parasite. Les Etats-Unis ont créé des pépinières de cette espèce dans l'espoir de lutter contre l'Eudothia qui produit de grands ravages en Amérique. Il importe, dit M. Mangin, qu'on réglemente et même interdise sévèrement les introductions d'essences étrangères : que des pépinières d'essais d'introduction soient confiées au Service phytopathologique.

En restant dans le chapitre des ennemis des plantes, on doit noter comme une des voies positives de la lutte l'introduction en France d'*Aphelinus mali,* parasite américain du puceron lagnère (*Eriosoma lanigera*). M. Marchal a rendu compte de cette introduction faite par ses soins (C. R. Ac. Agric. de France 1921). Des

efforts sont faits par le service phytopathologique, avec l'important concours des services agricoles des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, pour lutter contre les parasites des plantations fruitières de la Vallée du Rhône.

Enfin, on peut déplorer qu'il ne soit toujours pris aucune mesure contre la destruction croissante des oiseaux insectivores utiles.

— En viticulture, le long débat sur l'inutilité du cuivre dans les bouillies anticryptogamiques est à peu près terminé. Les bouillies cupriques conservent leur efficacité et nombre d'agriculteurs, qui emploient depuis des années des bouillies légèrement alcalines, au carbonate de soude, contenant très peu de cuivre (200 à 500 gr. par hectolitre) ne sont pas surpris que cette question ait pu être posée. Enfin, un cépage espagnol, le Formosa, aurait résisté au mildiou en Italie au milieu de champs de vignes fortement attaqués. M. Mancini a signalé le fait dans *Giornale Vinicolo italiano,* 4 déc. 1921.

— L'aviculture peut regarder à présent comme fait acquis que les œufs les plus lourds donnent naissance à des mâles : les essais de la Station expérimentale de Coligny (Ain) confirment la communication de M. Lienhart à l'Académie des Sciences en 1919. C'est un résultat d'observation scientifique immédiatement utilisable en pratique.

Des expériences faites aux Philippines confirment l'efficacité de l'emploi des matières azotées animales comme aliment pour favoriser la ponte. Les essais de M. Goseco (*Tropical agriculturs*/ 1921) portaient sur des canes alimentées dans un groupe à l'aide d'escargots et dans l'autre par du tourteau de coprah, ceci indépendamment d'une ration identique de riz.

— Au sujet de l'importante question de l'élevage, rappelons les expériences faites aux Etats Unis sur la production laitière comparée des vaches à différents âges. Les mesures ont été publiées par M. Hooper, *Journal of Dairy Science,* et en partie reproduites par le bulletin de Rome (janvier). Les essais ont porté sur 800 vaches Jersey; ils peuvent donc entrer dans la catégorie des résultats classiques pour cette race. Le maximum de production laitière n'est atteint qu'à 7 ans, comme le maximum de production beurrière, mais dès l'âge de 4 ans ces productions dépassent 90 % du maximum, et jusqu'à l'âge de 10 ans, les animaux ont conservé plus de 97 % des maxima pour ces deux productions.

— Telles sont, parmi les travaux récents, les acquisitions de la science agronomique paraissant les plus dignes d'être retenues, les plus capables d'être utilisées ou interprétées par les Agriculteurs.

Laurent Rigotard,
Ingénieur-Agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Sur le sulfure de zinc phosphorescent. — Un grand nombre de recherches ont été consacrées à l'étude de la phosphorescence du sulfure de zinc commercial, mais la composition chimique exacte de la substance employée étant ignorée, la plupart de ces travaux n'ont donné aucun résultat.

M. R. Tomascek (*Annalen der Physik*, n° 11, 1921) les a repris en préparant avec soin du sulfure de zinc chimiquement pur. Sous l'influence de la lumière, le sulfure de zinc ainsi obtenu ne montre qu'une phosphorescence nulle ou à peine sensible. Quand la substance se rapproche de la pureté chimique, la phosphorescence diminue, comme celle d'ailleurs des sulfures alcalino-terreux. Une trace d'un métal rend le sulfure de zinc phosphorescent. Par exemple, 0,000006 gr. de cuivre par gramme de sulfure donne une substance très phosphorescente. Le mode de cristallisation du composé ne semble avoir aucune influence.

L'auteur a essayé l'effet de l'addition de petites quantités, non seulement de cuivre et de manganèse dont l'action phosphorescente a été reconnue depuis longtemps, mais aussi de bismuth, d'argent, de plomb, d'uranium, de nickel et de cobalt. Les préparations obtenues avec ces six éléments ne sont pas en général aussi phosphorescentes que le sont, à température ordinaire, celles que l'on obtient avec le cuivre et le manganèse. Cependant beaucoup d'entre elles, éclairées à la température de l'air liquide, puis chauffées, montrent une luminescence très nette et caractéristique.

Pour certains métaux l'auteur a étudié comment la phosphorescence des mélanges obtenus varie : 1° avec la proportion de métal ajouté ; 2° avec la température à laquelle est porté le mélange de métal et du sulfure de zinc ; 3° avec la durée de l'échauffement ; 4° avec l'intensité du flux lumineux utilisé.

A. Bc.

Chimie physique

Un modèle magnétique de la constitution de l'atome. — J.-K. Marsh et A.-W. Steward (1), à la Queen's Uni-

(1) Nature, 16 mars 1922.

versity de Belfast, viennent de tenter une représentation magnétique du modèle d'atome que nous concevons actuellement. Ils ont repris, après Sir J.-J. Thomson, l'expérience si originale de Mayer, où des aimants verticaux, flottant à la surface de l'eau, sont attirés par un aimant fixe et se repoussent mutuellement. Dans la présente recherche, on fait varier l'intensité du pôle central parallèlement au nombre des aimants flottants, afin d'obtenir la neutralité magnétique, image de la neutralité électrique de l'atome. Les aimants utilisés sont tous identiques.

Si l'un de ces aimants est fixé verticalement au fond de la cuve à eau, qu'un second soit maintenu de même au-dessus du liquide et qu'un troisième, muni d'une garniture de liège, flotte à la surface, les trois pôles nord étant en haut, le troisième aimant sera en équilibre sous l'action des deux autres, et il y aura neutralité magnétique. Dans le cas de deux aimants flottants, la neutralité exigera deux aimants au fond de la cuve et deux au-dessus de l'eau ; pour trois aimants flottants, il faudra trois aimants fixes dans chaque série, etc.

Cet arrangement est essayé avec des nombres d'aimants flottants égaux aux poids atomiques les moins élevés. Les aimants, abandonnés à eux-mêmes, se partagent en deux groupes nettement séparés : les uns constituent une espèce de noyau, les autres se répartissent tout autour et forment ce qu'on peut appeler le groupe anneau.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

Aimants	Dans le noyau	Hors du noyau	Elément correspondant
1	1	0	Hydrogène
4	2	2	Hélium
6	3	3	Lithium 6
7	4	3	Lithium 7
9	5	4	Glucinium
10	5	5	Bore 10
11	6	5	Bore 11
12	6	6	Carbone
14	7	7	Azote
16	8	8	Oxygène
19	10	9	Fluor
20	10	10	Néon

Si l'on considère les nombres de la première colonne comme les poids atomiques des éléments de la quatrième, les nombres de la troisième en sont précisément les nombres atomiques, exception faite pour la première ligne. Ce résultat vient à l'appui des vues d'Aston, qui regarde chaque unité de poids atomique comme un protom, atome d'électricité positive, et le nombre atomique comme la somme algébrique des charges positives et négatives du noyau.

Par exemple, pour le bore 10, le pôle central contient 10 aimants, dont 5 sont neutralisés par les 5 aimants flottants du noyau ; pour le bore 11, il y a 11 aimants au pôle central, 6 aimants flottants en neutralisent 6 et en laissent 5 libres : 5 est le nombre atomique des deux formes isotopiques du bore.

L'hydrogène est évidemment anormal, puisqu'un seul aimant ne peut appartenir à la fois à deux groupes. Pour le faire rentrer dans la généralité, il faut considérer l'aimant unique comme faisant partie du groupe anneau au lieu du groupe noyau.

Une comparaison du nombre des aimants du noyau et de la valence des éléments correspondants donnerait encore lieu à des suggestions intéressantes.

Les poids atomiques 2, 3, 5 et 8, qui ne sont ceux d'aucun élément connu jusqu'ici, ont également été examinés. Quand il s'agit de deux aimants flottants l'un forme le groupe noyau, l'autre le groupe anneau, ce qui donne un isotope de l'hydrogène, de nombre atomique 1 et de poids atomique 2. Dans le cas de trois aimants, l'un se place au noyau, les deux autres dans l'anneau, ce qui correspond à un isotope de l'hélium. Dans le cas de huit aimants, il y a possibilité de deux groupements, presque également stables : le premier, analogue d'un isotope du glucinium, consiste en quatre aimants au noyau et quatre dans l'anneau ; dans le second, analogue d'un isotope du lithium, cinq aimants sont au noyau et trois au dehors ; ces groupements se rapporteraient à des isobores.

En ce qui concerne la configuration magnétique à l'intérieur du noyau, il faut mentionner que dans le cas du bore 11 et dans celui du carbone, le noyau contient six aimants disposés en deux paires de triangles concentriques, similitude curieuse pour deux éléments de caractères assez voisins.

Les auteurs se proposent de poursuivre ces études et de les étendre à des systèmes plus complexes.

S. V.

Chimie

La troisième Conférence internationale de la Chimie (Lyon, 27 juin-1er juillet 1922) (1).

Monsieur le Président,

La Chambre de Commerce de Lyon, dont nous sommes ce soir les hôtes, a tenu, en s'intéressant directement à nos travaux, à dire bien haut sa foi dans la Science pour l'accroissement de la production et de la fortune publiques. Elle en sera louée, en ces jours de misère générale et de désolation, par tous les esprits clairvoyants. Aussi avons-nous répondu à votre aimable invitation, monsieur le Président, avec toute la satisfaction que peut donner une entière communauté de vues et d'aspirations.

Monsieur le Ministre,

En venant, si loin de la capitale, vous asseoir à ce magnifique banquet, où se trouvent réunis tant d'hommes éminents accourus à notre appel de tous les points du globe, vous n'avez pas seulement donné une nouvelle preuve personnelle de la sollicitude agissante avec laquelle les lettrés les plus délicats savent de nos jours s'intéresser à la Science et à ses applications, vous avez, en outre, voulu affirmer, une fois de plus, l'esprit de haute solidarité internationale qui, au regard du progrès général de l'Humanité, doit animer tous les peuples et tous les gouvernements.

Nous apprécions grandement l'effort qu'en dépit des devoirs de votre lourde charge vous n'avez pas hésité à vous imposer.

Messieurs,

Je traduirai, j'en suis sûr, le sentiment unanime de l'assemblée, en adressant au Comité Lyonnais d'organisation de la troisième Conférence internationale de la Chimie nos remerciements les plus chaleureux. Fidèle à des traditions séculaires de généreuse hospitalité, il a parfaitement réussi sous l'impulsion de

(1) Discours prononcé en présence de M. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction publique, par M. Charles Moureu, Président de l'*Union internationale de la chimie*, au banquet de clôture, offert par la Chambre de Commerce de Lyon et présidé par M. Pradel.

son illustre Président, le professeur Victor Grignard, activement secondé par M. Bernard, à coordonner à souhait nos multiples travaux, tout en rendant aussi agréable que vraiment instructif notre séjour dans cette belle et grande cité, dans ce foyer intense de production de toutes sortes, vivant exemple de ce que peut, pour la prospérité matérielle et morale d'un pays, une collaboration étroite et pleinement confiante entre l'Université et l'Industrie.

Mes chers Collègues,

La Conférence de Lyon est pour l'*Union Internationale de la Chimie* un nouveau et grand succès. Vingt-quatre nations y ont participé, savoir : Argentine, Australie, Belgique, Brésil, Canada, Danemark, Espagne, Etats-Unis, France. Grande-Bretagne, Grèce, Italie, Japon, Luxembourg, Monaco, Norvège, Pays-Bas, Pérou, Pologne, Portugal, Roumanie, Suisse, Tchéco-Slovaquie, Uruguay, Yougo-Slavie.

Quatre jours durant, les 100 délégués qui les représentaient ont examiné ensemble des problèmes très divers, dont la solution aura les plus heureux effets. L'Union prend désormais son essor. Sans doute sa forte structure est susceptible d'être encore consolidée ; mais tel qu'il se présente déjà, l'organisme est robuste. Il entre dans la phase résolument productive, et l'on peut lui prédire une longue et féconde carrière.

On s'accorde à reconnaître que nous formons une des plus importantes sections du Conseil international de recherches, constitué à Bruxelles en juillet 1919. A ce titre, c'est à la recherche scientifique, la source toujours jaillissante d'où découlent les progrès de l'Industrie, de l'Agriculture, de la Médecine, de l'Hygiène, que nous songeons avant tout. En fait, tel est bien l'objet de la plupart des commissions que nous avons nommées, et nous savons que pour le moins l'une d'elles, la Commission des éléments chimiques, sera bientôt en mesure, si les subventions indispensables lui sont allouées, d'apporter à l'édifice de nouvelles réalités expérimentales, dont l'utilisation pour les échanges commerciaux ne manquerait d'ailleurs pas d'entrer rapidement dans la pratique courante.

Mais il est un autre ordre d'études que l'*Union* a le devoir et la volonté d'entreprendre. Seconder les efforts des chercheurs et en accroître le rendement ; à cet effet, créer un mouvement autour des grandes questions en provoquant des discussions sur les découvertes les plus originales et sur les théories générales de la Science, telle devra être dorénavant l'une de nos tâches essentielles. Faut-il ajouter que jamais programme de travail ne fut plus attrayant et plus suggestif ? Les connaissances récemment acquises sur la structure intime de la matière et sur les relations de la matière avec l'énergie sous ses diverses formes ouvrent à la Chimie, dans le domaine des applications comme dans celui de la pure spéculation, des perspectives infinies. Nous mettrons ces vastes sujets à l'ordre du jour de nos sessions. Il nous appartiendra aussi d'envisager tout spécialement certains problèmes de chimie appliquée. Pour fixer les idées, n'est-il pas hors de doute que l'institution, entre autres, d'un débat sur les relations entre la constitution chimique des corps et leur action sur l'organisme pourrait conduire à la découverte de nouveaux agents thérapeutiques ? Tant de maux, hélas ! restent encore à soulager.

Pour obtenir dans cette voie des résultats sérieux, il est évident qu'une bonne méthode est de toute nécessité. Il faudra sérier les questions et en confier l'étude aux savants les mieux qualifiés, qui présenteront des rapports. Rapports et discussions seront publiés sous les auspices de l'*Union*. Que de réflexions hardies verront ainsi le grand jour ! Que de suggestions heureuses pour l'avancement de la Science et pour le développement de ses applications à l'amélioration continue de la condition de tous les hommes. Au premier chef, nous ferons œuvre internationale de recherche scientifique. Grande par son idéal élevé, d'où elle dominera toutes les frontières, cette œuvre sera véritablement humaine, créatrice de vie et de paix sociale.

Une semblable tâche n'est point au-dessus de nos intelligences et de nos cœurs. Ayons l'ambition de la réaliser dans toute son ampleur et dans toute sa beauté. J'exprime ce vœu avec la plus ferme conviction. Peut-être me permettrez-vous d'en faire une sorte de recommandation testamentaire au moment où le mandat dont je suis investi va prendre fin.

Mes chers Collègues,

Depuis trois ans, j'ai eu l'honneur, un des plus insignes, pour un savant, de présider à la constitution de l'*Union Internationale de la Chimie* et de diriger vos travaux. Avant de rentrer dans le rang, j'ai à cœur de vous redire encore toute ma gratitude pour la bienveillante sympathie et la confiance que vous n'avez cessé de me témoigner. Sans l'une et l'autre, remplir avec quelque utilité mes fonctions eût été chose impossible. J'ai, en toutes circonstances, fait ce qui était en mon pouvoir pour être toujours digne de vous. Une impartialité absolue, avec le respect de toutes les opinions et de toutes les traditions, telle a été, à travers les décisions et les initiatives que j'ai dû prendre, ma constante préoccupation. Si vous jugez que je l'ai scrupuleusement observée, rien ne me causera une plus réelle satisfaction.

Souffrez qu'à cette minute je me souvienne, — ce sera la première et la dernière fois, — que je suis Français, et que c'est à la France, qui a tant lutté et tant souffert pour la civilisation, que l'*Union* a voulu marquer une estime et une sympathie particulières en choisissant un Français pour son premier Président. De cela, je vous l'assure, je resterai touché par dessus tout.

J'accomplirai le plus agréable des devoirs en remerciant nos Vice-Présidents : M. Parodi Delfino, le Docteur Parsons, le Professeur Sir William Pope et le Professeur Swarts, dont les conseils éclairés et le concours permanent m'ont été si précieux, et notre Secrétaire général, M. Jean Gérard, dont vous connaissez la juvénile ardeur, l'intelligence et le dévouement.

Mon éminent ami Sir William Pope sera demain votre Président. C'est sa haute autorité scientifique, l'élévation de son caractère, sa parfaite connaissance des hommes et des choses, qui l'ont désigné à l'unanimité de vos suffrages. Ce vote vous honore. Et de même sans nul doute, l'opinion de tous les milieux scientifiques ratifiera-t-elle pleinement votre choix des quatre nouveaux Vice-Présidents: Le Professeur. W.-D. Bancroft, d'Ithaca ; le Professeur Einar Bülmann, de Copenhague ; le Professeur marquis Emmanuele Paterno di Sessa, notre affectionné et vénéré doyen, plus jeune et plus actif que jamais ; le Professeur Emile Votocek, de Prague; et aussi votre décision de maintenir dans ses fonctions de Secrétaire général M. Jean Gérard. Les destinées de l'*Union* sont en bonnes mains.

Messieurs,

Je lève mon verre à la Science, à l'action bienfaisante de l'*Union Internationale de la Chimie*, à la prospérité et à la gloire de la Ville de Lyon. Je bois à la santé de nos hôtes, je bois à toutes vos santés !

Paléontologie

Un Anthropoïde du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord. — M. Henry Fairfield Osborn, le savant Directeur de l'American Museum of Natural History de New-York, vient de faire connaître, dans le dernier numéro des *American Museum Novitates* (n° 37, 25 avril 1922), une molaire supérieure mesurant 10,5 11 mm., trouvée dans les « nake Creek beds » du Nebraska, c'est-à-dire dans le Pontien (Miocène supérieur de la classification française, Pliocène de la classification américaine) au milieu des plaines du centre des États-Unis. L'animal auquel a appartenu cette curieuse dent fossile a été appelé *Hesperopithecus Haroldscooki* en l'honneur du géologue Harold J. Cook qui l'a découverte. Elle a été considérée par les paléontologistes qui l'ont examinée, MM. H. F. Osborn, W. D. Matthew, W. K. Gregory, comme une troisième, ou plus vraisemblablement une deuxième molaire supérieure d'un Anthropoïde, très différent du Gorille, du Gibbon, de l'Orang et ressemblant davantage au Chimpanzé. Comparé aux formes fossiles de la région indomalaise, ce Simien s'éloigne tout à fait des Dryopithèque, Paléopithèque et Sivapithèque, du Miocène moyen et supérieur des « Siwalik beds »; il se lierait par contre étroitement au Pithécanthrope du Quaternaire ancien (Postpliocène) de Java, dont E. Dubois a précisément trouvé une troisième molaire supérieure.

On sait que les opinions émises sur la position systématique du Primate fossile de Java varient beaucoup suivant les auteurs. Dans son beau livre sur « Les Hommes Fossiles », M. Marcellin Boule, l'éminent Professeur de Paléontologie de notre Muséum national d'Histoire Naturelle, envisage le Pithécanthrope comme une forme géante arrivée, dans le rameau des Gibbons, à un stade presqu'aussi élevé que l'Homme, dans le rameau des Hominiens.

Hesperopithecus, si l'unique dent sur laquelle est fondée ce genre a bien appartenu à un Anthropoïde (1), pourrait correspondre à un stade évolué d'un rameau spécial d'Anthropoïde, d'un rameau américain qui serait arrivé, avec la forme du Nebraska, à présenter, par convergence, certains traits du Chimpanzé ou de l'Homme. Si cette hypothèse se vérifie à la suite des nouvelles fouilles, que va certainement entreprendre l'American Museum, ce mode d'Évolution des Primates acquerra un certain caractère de généralité qu'ont déjà révélé les examens critiques des restes du Pithécanthrope et de ceux du Sivapithèque, décrit récemment par G. E. Pilgrim du Miocène moyen de l'Inde. Ce dernier Anthropoïde, que le superintendant du Geological Survey of India avait envisagé comme un Hominien, a été reconnu, par la suite, pour un Dryopithèque ou un Orang offrant des caractères de convergence avec l'Homme.

M. H. F. Osborn voit dans *Hesperopithecus* une forme du Sud-est asiatique ayant pénétré par la voie de Behring dans l'Ouest de l'Amérique du Nord. J'ai déjà eu l'occasion de montrer (*Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1920), pour d'autres Mammifères néogènes, que l'on pouvait aussi envisager des migrations de l'Ancien vers le Nouveau Monde, ayant emprunté la voie des régions atlantiques. Quel qu'ait été le sens de ces déplacements de faune, il n'y a en tous cas rien de commun entre l'ancienne liaison continentale transatlantique et la légende historique de l'Atlantide, laquelle n'a point trait d'ailleurs aux contrées situées entre l'Europe ou l'Afrique et l'Amérique.

Encore moins peut-on voir dans l'intéressante découverte de M. H. J. Cook un témoignage en faveur de l'origine américaine du Chimpanzé comme l'a laissé entendre M. le Dr Marcel Baudouin dans le *Temps*.

La thèse défendue par ce préhistorien (*Bulletin de la Société préhistorique française*, séance du 24 avril 1919) a comme point de départ une erreur matérielle: le Chimpanzé peut accidentellement avoir 18 dents à la machoire supérieure, comme certains Singes d'Amérique, les Cébiens, mais tandis que les Primates américains ont de chaque côté, en haut, trois prémolaires et trois molaires, les Primates de l'Ancien continent (Catarrhiniens et Anthropoïdes) n'ont jamais que deux prémolaires et trois, ou quelquefois quatre molaires.

Le Chimpanzé ne se relie en aucune manière aux Primates actuels d'Amérique ou Platyrrhiniens, comme les zoologistes ont été de tous temps unanimes à le reconnaître. Si M. H. F. Osborn a observé certains traits communs à la dent du Nebraska et à la molaire correspondante du Chimpanzé, c'est simplement, ici encore, le résultat de phénomènes de convergence. Telle est d'ailleurs bien la manière de voir du paléontologiste américain, puisqu'il attribue une origine asiatique et non africaine au nouveau Primate fossile américain.

L. JOLEAUD.

Biologie

La greffe des yeux chez les Mammifères, Amphibiens et Poissons. — Theodor Koppanyi, un élève de Przibram, à la station biologique de Vienne, a obtenu des résultats extrêmement intéressants en pratiquant la greffe des yeux chez des Rats. Afin de maintenir en place les globes oculaires transplantés sur des animaux privés de leurs yeux, il réunit les deux paupières à l'aide d'une fine épingle ou d'un fil d'argent, qu'on enlève 12 à 24 heures après. Les yeux greffés sont assez souvent le siège de divers troubles, cataracte, iritis, épaississement de la cornée, etc., mais on peut les éviter en procédant avec les soins nécessaires. (*Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien*, n° 18, 1921). Les premiers jours après l'opération, les pupilles sont très dilatées, et les stimulations mécaniques ne sont suivies d'aucun réflexe. Mais une huitaine de jours après on observe des réflexes de la part de la cornée et de la pupille, réflexes paresseux d'abord, puis de plus en plus rapides. L'examen ophtalmologique montre, dans les greffes les mieux réussies, la cornée, le cristallin et l'iris d'apparence normale, la vitrée claire, la rétine et les papilles du nerf optique très nettes ; la circulation paraît être normale, et de même l'aspect de la choroïde.

Or, et c'est là le fait important, les Rats à yeux greffés non seulement se montrent sensibles à la lumière, mais, d'après M. Koppanyi, on peut prouver qu'ils

(1) M. A. S. Woodward vient, dans une note critique, de suggérer, à titre d'hypothèse, l'attribution de la dent d'*Hesperopithecus* à un Ursidé.

ont la « vision des images ». Leurs faits et gestes seraient de tous points semblables à ceux des Rats normaux ; ils courent avec une assurance parfaite ; ils sautent avec précision dans la cage qu'on leur présente à distance, ce que ne font pas les Rats aveugles.

M. Koppanyi a fait, en outre de ses essais sur les Rats, de nombreuses expériences de greffe chez les Vertébrés inférieurs. D'après cet auteur, la greffe ne peut être considérée comme réussie que lorsqu'on peut fournir une preuve physiologique d'un rétablissement du pouvoir fonctionnel du greffon. On admet généralement que la croissance du greffon est un signe objectif du succès de l'opération. Mais on s'expose ainsi plus d'une fois à des erreurs. L'augmentation du volume peut être due simplement à l'intrusion dans le greffon des éléments cellulaires avoisinants : au lieu d'un succès escompté, on assiste à une dégénérescence. Même quand on voit s'établir une circulation, la réussite n'est pas certaine, elle ne l'est qu'au cas où les anastomoses vasculaires établies assurent une nutrition régulière et normale de l'organe greffé. M. Koppanyi a constaté, dans ses expériences de transplantation des yeux, que toutes les fois que le pouvoir fonctionnel de ceux-ci s'est trouvé rétabli, la croissance et la vascularisation se faisaient normalement. Quelquefois, chez des Mammifères, on voit s'établir dans les yeux greffés la circulation, la motilité et l'innervation par le trijumeau, mais point la fonction rétinienne ; dans ces cas, la croissance n'a pas lieu non plus, et les yeux persistent au stade où l'on les a greffés. La vitesse de croissance parait d'ailleurs être un caractère spécifique. En effet, dans les greffes hétéroplastiques, la croissance du greffon et celle du porte-greffe suivent chacune son rythme particulier. M. Koppanyi a greffé des yeux de Triton sur des Salamandres ; leur vitesse de croissance subséquente était exactement celle des yeux de Triton, et non pas celle des yeux de Salamandre.

Un autre élève de Przibram, Bertold Paul Wiesner, a fait des recherches sur la transplantation du cristallin chez les animaux adultes, Poissons (*Perca vulgaris, Tinca vulgaris, Carassius vulgaris, Leuciscus cephalus*) et Amphibiens (*Rana temporaria* et *Pelobates fuscus*). L'opération est simple : après incision de la cornée, on sort le cristallin avec soin, et on le dépose dans l'œil d'un autre animal pareillement traité. Les hémorragies faibles sont sans danger. Il est inutile d'avoir recours à des sutures ou tout autre moyen de maintenir en place l'organe greffé. Le poisson opéré est porté aussitôt dans l'eau, ou bien l'on s'arrange de façon à ce que sa tête reste hors de l'eau, ce qui est préférable, et on l'arrose par un jet continu. Wiesner a pratiqué ainsi des greffes homo-et-hétérotlastiques, c'est-à-dire entre Poissons de même espèce et d'espèces différentes. Jusqu'ici, les cristallins se sont maintenus intacts jusqu'à 4 mois. Il a fait également des échanges de cristallins entre *Rana* et *Pelobates*. Il a même tenté de greffer un cristallin de Poisson sur un œil de *Rana* : un cristallin de Perche est resté transparent pendant 16 jours dans l'œil de Grenouille, et un cristallin de *Carassius* pendant 19 jours. Mais ce sont là encore des expériences préliminaires. A. Drz.

Géographie

L'Expédition polaire de Stefansson au Nord de l'Alaska. — Après un premier voyage en 1908-1912 sur la côte septentrionale de l'Amérique, au cours duquel il recueillit des renseignements importants sur l'état actuel des tribus d'Esquimaux, l'explorateur Canadien Stefansson organisa, en 1913, une expédition de plus vaste envergure dans la partie inconnue de l'Océan Glacial située au nord de l'Alaska, et que les géographes désignent sous le nom de mer de Beaufort.

Le capitaine Bartlett, qui avait déjà commandé le navire de Peary (1), commandait le *Karluk*, navire de l'expédition.

L'expédition se divisa en deux groupes. L'équipe du sud, dirigée par Anderson, s'occupa, de 1913 à 1916, de relevés topographiques et géologiques sur la côte d'Amérique et les îles immédiatement voisines, depuis la Pointe Barrow jusqu'à la Rivière Coppermine. Près du cap Bathurst, un gisement important de cuivre, évalué à deux milliards de tonnes, fut découvert. La limite de la forêt, composée de sapins et de saules, fut déterminée avec précision : elle s'avance souvent fort près des rivages, surtout dans les vallées des rivières.

Les Esquimaux, qui peuplent ces régions septentrionales, se séparent en deux groupes très distincts. Les uns habitent la région du delta de la Rivière Mackenzie et sont devenus d'assez tristes personnages, perclus de maladies, par suite de leur contact fréquent avec les Américains, baleiniers et acheteurs de fourrures, dont le centre est à l'île Herschell.

Les Esquimaux, au nombre de 700 environ, qui habitent la rivière Coppermine et la région voisine, n'ont que de rares contacts avec les blancs et ont conservé leur originalité ethnique. Leur vie est réglée par un nomadisme régulier : au printemps, ils pêchent au javelot la truite et le saumon, dans les rapides des rivières; à la fin de l'été et en automne, ils chassent le renne et le poursuivent assez loin dans l'intérieur des terres; en hiver, ils retournent sur la banquise pour la chasse des phoques. Ils vivent sous un régime communiste atténué : les vivres, quels qu'ils soient, sont propriété collective, mais les armes, engins, ustensiles domestiques forment propriété individuelle. La mortalité est forte et augmentera encore lorsque les marchands de fourrure viendront, comme il est probable, trafiquer avec eux. Comme il est dommage que les Américains et les Anglais n'aient pas su appliquer dans l'archipel polaire les méthodes d'administration prévoyante et libérale, qui ont si bien réussi aux Danois dans le Groënland, et pourquoi faut-il que, pour ces nations, réputées pourtant colonisatrices, coloniser soit détruire!

L'équipe du Nord, commandée par Stefansson, resta à bord du navire. Mais, au mois d'août 1913, dès que la Pointe Barrow fut doublée, le *Karluk* fut emprisonné dans les glaces, au Nord de l'embouchure de la Rivière Colville.

Le 20 septembre, Stefansson s'égara au cours d'une excursion de chasse, ne put retrouver son navire qui dérivait avec la glace dans la mer de Beaufort et fut réduit à passer l'hiver sur la côte d'Amérique.

Le *Karluk*, entraîné par les glaces que poussait vers le Nord-Ouest un fort vent de Sud-Est, gagna bientôt le large. A la vitesse moyenne de 6 à 7 milles par jour, il fut poussé jusqu'au 72e degré de latitude, dans le Nord du détroit de Bering et les parages de l'île Herald. Cette dérive imprévue eut du moins l'avantage de faire reconnaître que les profondeurs de 2.000 mè-

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 2 août 1913 : l'Amiral Peary au Pôle Nord.

tres se rapprochent beaucoup plus du continent américain que de la Sibérie. Pas assez solide pour résister aux pressions de la banquise, le *Karluk* fut écrasé par les glaces le 15 janvier 1914, comme l'avait été la *Jeannette* en 1880.

Les membres de l'expédition furent ainsi jetés en plein hiver sur la banquise sans beaucoup de ressources. Deux groupes de 4 hommes, le premier envoyé par le capitaine Bartlett vers l'île Wrangel, l'autre parti pour aborder l'île Herald, se perdirent et toutes les recherches entreprises en vue d'en retrouver les traces restèrent vaines. Le capitaine Bartlett avait jugé avec raison que l'île Herald, difficile d'accès à cause de ses falaises abruptes, et en plus dépourvue de bois flotté, était inhabitable pour les naufragés; mais le deuxième groupe, composé d'hommes de sciences (l'archéologue et ethnographe Français, Henri Beuchat, en faisait partie) n'avait pas voulu se rendre à ses raisons et s'était mis en route quand même.

Au printemps, ceux qui étaient restés avec Bartlett atteignirent heureusement l'île Wrangel. Bartlett se mit aussitôt en route avec un matelot et deux Esquimaux pour chercher du secours dans un des ports de la côte occidentale de l'Alaska. Il réussit ce voyage difficile, mais il ne put revenir à Wrangel qu'au mois de septembre suivant. Trois matelots étaient encore morts dans l'intervalle.

La catastrophe du *Karluk* n'arrêta pas Stefansson. En 1914, 1915, 1916, il reprit la direction du Nord sur la banquise de la mer de Beaufort. Il visita la Terre de Banks et la Terre du Prince Patrick, et découvrit, au nord de cette dernière terre, trois îles nouvelles. L'une d'elles s'étend jusqu'au 80e degré de latitude. La plus méridionale, qui présente des altitudes de 600 mètres environ, a des dimensions qui la rendent comparable à l'île du Prince Patrick. Dans la mer de Beaufort, que Stefansson a parcourue dans plusieurs directions, il n'existe pas d'autres terres jusqu'au 80e parallèle.

J. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Enseignement

L'Institut de Chimie industrielle de l'Université de Bucarest. — La Faculté des Sciences de l'Université de Bucarest qui, depuis sa fondation, en 1864, comprenait trois sections : Sciences mathématiques, physiques et naturelles, s'est préoccupé en 1906 de l'organisation de l'étude des Sciences appliquées.

Le premier cours fut inauguré en 1913, par le Professeur D. Hurmuzescu avec « Les applications de l'Electricité et de la Chaleur ». Et, en 1914, l'Institut de chimie industrielle commença à fonctionner.

Pendant la grande guerre, une commission mixte franco-roumaine a étudié en détail cette question de l'enseignement technique, en vue d'arriver à des solutions pratiques susceptibles d'être immédiatement mises en application.

Cette Commission comprenait du côté français : MM. P. Appell, président ; G. Lippmann, H. Le Châtelier, G. Kœnigs, P. Janet, G. Bertrand, H. Vogt, A. Rateau, A. Boschet, J. Chaumat et H. Guilbert, et du côté roumain : MM. A. Pangrati, D. Hurmuzescu, D. Pompei, E. Neculcea, F. Lalesco et N. Danaïla.

La Commission a admis en principe la création des *Instituts techniques universitaires*, comme en France, en groupant autour des chaires magistrales, toutes les sciences d'ordre technique et en adoptant certaines modifications demandées par les besoins actuels de l'industrie.

Ainsi, on a organisé, en 1918, auprès de la chaire de chimie technologique, l'Institut de Chimie industrielle dans lequel on utilise, pour la préparation générale scientifique, les cours généraux faits au sein de la Faculté des sciences, le matériel didactique et les laboratoires de cette Faculté.

Tous les cours sont complétés par des travaux pratiques et des applications industrielles.

Les étudiants sont obligés de suivre un des trois groupes suivants de spécialisation :

I. Le Pétrole ;

II. Matières colorantes, textiles naturels et artificiels, poudres et explosifs.

III. Matériaux de construction, céramique, verrerie.

Le programme comprend quatre années d'études ; deux années de préparation scientifique générale et deux années de préparation technique.

Dans la première année de la section préparatoire, on reçoit directement les bacheliers ; on reçoit avec dispense dans la section technique : les licenciés ès sciences physique, chimique et mathématiques.

Le nouvel Institut, fondé grâce à la persévérance et au dévouement des Professeurs de l'Université de Bucarest, est dirigé par le Professeur N. Danaïla. Dans quelques années, grâce à la formation d'un personnel technique national, la Roumanie pourra échapper enfin à la domination de l'élément allemand et autrichien.

Constantin Belcot,
Licencié ès sciences, Chef des Travaux.

Génie civil

L'oxydation des chaudières et les méthodes modernes de protection. — Les machines à vapeur modernes font de grosses consommations d'eau. C'est ainsi, par exemple, que la centrale de Gennevilliers, une fois complètement équipée, exigera au cours des pointes plus de deux milles tonnes de vapeur à l'heure. On cherche naturellement à réaliser pour l'eau un circuit fermé, en renvoyant à la chaudière toutes les vapeurs condensées. Toutefois; les pertes inévitables aux joints mal faits, les diverses purges, etc., obligent à ajouter dans le circuit quelques centièmes d'eau neuve, laquelle apporte incessamment de nouveaux sels dissous. Ces derniers se déposent dans les chaudières, provoquent des incrustations qui gênent la transmission de la chaleur. Pour réduire ces incrustations au minimum on a voulu utiliser des eaux « épurées », parfois même distillées. Mais alors est apparu un nouveau phénomène : les eaux pures provoquent une oxydation des tubes et des collecteurs *supérieure* à celle notée avec les eaux moins bien épurées, dont les incrustations protègent le fer sous-jacent.

Il a fallu alors employer de l'eau *dégazée*, c'est-à-dire débarrassée de l'oxygène dissous. On a d'abord songé à l'absorber chimiquement par des produits oxydables.

Un des corps les plus employés pour le dégazage a été le fer en copeaux ou limailles, placé avant la chaudière dans les bâches d'alimentation. Mais l'expérience (1) a rapidement mis en lumière l'influence sur l'oxydabilité d'un très grand nombre de facteurs, tels que la nature des combinaisons du fer et du carbone, les impuretés et produits ajoutés au fer, la nature chimique des éléments contenus dans l'eau, la constitution physique du métal, etc. Par exemple la cémentite Fe^2C semble réagir sur l'eau à l'ébullition, avec vraisemblablement formation de carbures d'hydrogène (2). L'attaque du fer est minimum quand la structure est martensitique, maximum quand la structure est osmonditique ; de sorte que la teneur en carbone ne paraît pas suffisante pour donner une idée de l'oxydabilité du métal : il est nécessaire d'avoir une idée précise des traitements thermiques subis.

L'influence des éléments étrangers au système fer-carbone est particulièrement frappante. Le soufre donne une oxydabilité très grande, le silicium la diminue, de même que le nickel (à 10 à 20 %), ou le chrome (à 2 ou 3 %). Le manganèse (ou plus exactement les oxydes de manganèse déjà formés) agit comme catalyseur de l'oxydation : l'oxyde MnO se combine avec l'oxygène dissous pour donner Mn^3O^4 et MnO^2, lesquels sont réduits par le fer en MnO qui recommence le cycle, tandis que le fer passe à l'état de Fe^2O^2 ou Fe^3O^4. La vitesse de réaction croît avec la teneur en manganèse et décroit avec la teneur en carbone.

Avec une teneur judicieuse en manganèse (de l'ordre de 1 %) et une teneur en carbone permettant d'obtenir par traitement thermique la forme osmondique de l'acier, on peut réaliser des alliages capables, particulièrement à chaud, d'enlever complètement l'oxygène de l'eau.

Malheureusement l'emploi de ces alliages nécessite le renouvellement relativement fréquent du produit de fixation. Il est donc peu favorable au service à la mer. Pour les chaudières des navires on avait d'abord songé à utiliser un procédé au fond analogue à la galvanisation et qui consiste simplement à mettre dans les collecteurs des plaques de zinc, jouant le rôle de corps électropositif par rapport au fer et au bronze de la chaudière, et sur lequel l'oxygène serait venu se fixer. Toutefois cette méthode n'est pas sans inconvénients, le zinc une fois corrodé se montrant, dans certaines circonstances parfois difficiles à préciser, électronégatif vis-à-vis des autres métaux.

Comme, en dernière analyse, l'oxydation est due à des phénomènes d'électrolyse, le procédé Cumberland (3) supprime très élégamment cette oxydation en mettant, dans l'eau de la chaudière, une électrode de fer isolée et reliée au pôle *positif* d'un générateur à 10 volts. Le pôle négatif de ce dernier est connecté à la surface à protéger, c'est-à-dire ici au corps de la chaudière. La tension de 10 volts étant très nettement supérieure à celle de tous les couples locaux, les dégagements d'oxygène se produisent uniquement sur l'anode en fer. Le corps de la chaudière se trouve ainsi parfaitement préservé de toute oxydation. De plus le dégagement d'hydrogène qui se produit sur les régions à protéger a pour effet de disloquer les incrustations qui auraient pu s'y déposer, et d'en provoquer la chute ; les surfaces intérieures des tubes et des boullleurs restent ainsi parfaitement nettes, ce qui facilite considérablement les échanges de chaleur.

Essayé avec plein succès sur les chaudières du *Mauretania*, du *Majestic*, etc., le système Cumberland vient d'être appliqué sur le paquebot *France*, lors de la remise à neuf des chaudières de ce dernier.

A. F.

(1) *Chaleur et Industrie* (1922), p. 1259.

(2) On sait les réactions analogues avec le carbure de calcium et le carbure d'aluminium.

(3) *Bulletin Bureau Véritas*, avril 1922.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Sont élus membres de la Caisse des Recherches scientifiques : MM. Quenu (Médecine et Chimie), Bouvier (Anatomie et Zoologie), Schlœsing (Economie rurale), Guignard (Botanique). MM. Picard, Lacroix, Haller et Violle sont réélus.

— Le Conseil international de recherches se réunira à Bruxelles, du 25 au 29 juillet. Voici la liste des membres qui y représenteront la France : MM. Lacroix, Picard, Baillaud, Bazy, Bonaparte, Bourgeois, Deslandres, Ferrié, Flahault, Gravier, Joubin, Lallemand, Leblanc, Moureu, membres de l'Académie ; MM. Bergonié, Mathias, correspondants ; MM. Abraham, Barrère, L. Bazy, Belot, de Broglie, J. Brunhes, Cotton, Demangeon, de Martonne, Desnos, Fauré-Frémiet, Gallois, Grandidier, de Margerie, Marie, Perrier, Sivedey, Thibierge, Tuffier, Walther, de Watteville.

— Dans la séance du 3 juillet, le président a annoncé le décès de M. O. Lehmann, de Carlsruhe, correspondant de la section de Minéralogie depuis 1912.

Centenaire de Pasteur. — *Exposition scientifique et industrielle d'Hygiène.* — A l'occasion du Centenaire de Pasteur, une Exposition sera organisée à Strasbourg, du mois de juin au mois d'octobre 1923 ; le professeur Borrel, 3, rue Kœberlé, à Strasbourg, en est le commissaire général. Le comité d'organisation est ainsi composé : M. le professeur Weiss, doyen de la Faculté de médecine de Strasbourg, président ; MM. Bosch, directeur du service d'initiative de la ville de Strasbourg, Keppi, adjoint au maire de Strasbourg, Sudre, médecin-inspecteur, directeur du service militaire de santé de Strasbourg, vice-présidents. Le secrétaire général est M. le Dr Schmutz, directeur des services d'hygiène du Bas-Rhin.

Un Musée Pasteur sera créé avec le concours de tous ceux qui possèdent des documents et des reliques de l'illustre savant ; les Instituts Pasteur, français et étrangers, fourniront des documents afin de permettre de suivre l'évolution technique de la microbiologie. Une Exposition scientifique et médicale ainsi qu'une Exposition industrielle et agricole mettront en relief la révolution apportée dans tous les domaines par l'œuvre de Pasteur. Des Congrès seront réunis : Tuberculose, Syphilis, Cancer, Puériculture, Natalité, Hydrologie, Froid, Zootechnie. Enfin un monument à la gloire de Pasteur sera érigé sur la place de l'Université.

Conférence internationale de la Chimie. — Ainsi que nous l'avons annoncé plus haut (p.489), la conférence qui s'est tenue à Lyon du 27 juin au 1er juillet

comptait les représentants de vingt-quatre pays avec 105 délégués. Parmi ces derniers, on remarquait Sir William Pope, professeur à l'Université de Cambridge, MM. Bartow, de l'Université de Iowa, Ch. Parsons, secrétaire général de l'American Chemical Society, les professeurs Paterno (Rome), Swarts (Gand), Dutoit (Genève), Moureu (Paris), Sabatier (Toulouse), Grignard (Lyon). Les séances ont été présidées par M. le professeur Ch. Moureu.

La quatrième conférence se réunira en 1923 à Cambridge (Angleterre), sous la présidence du professeur William Pope, élu à l'unanimité ; les quatre vice-présidents sont : les professeurs Paterno, Bancroft Bülmann et Votocek ; M. Jean Gérard reste secrétaire général. Le bureau est élu pour trois ans.

Congrès des Sociétés savantes. — Le 56e Congrès s'ouvrira à la Sorbonne le 3 avril 1923 et se terminera le 7 avril.

Congrès international de Pathologie comparée. — Le Congrès qui devait s'ouvrir à Rome le 20 septembre prochain est reporté au printemps de 1923, en raison des difficultés d'organisation.

Congrès de la Société de Chimie industrielle. — Le deuxième Congrès qui a eu lieu à Marseille avait réuni 300 congressistes répartis en 15 groupes ; les discussions ont porté sur 110 communications. Des conférences ont été faites : par M. Cavalier, recteur de l'Université de Toulouse « L'Enseignement de la Chimie aux Etats-Unis »; M. Matignon, professeur au Collège de France « La situation de l'industrie des matières azotées en Allemagne » ; M. Sabatier, professeur à l'Université de Toulouse « L'hydrogénation des huiles ».

Conférences-Rapports de Physique de 1922. — Les Conférences que nous avons annoncées (*Revue scientifique*, p. 170) vont être publiées. Le prix de chaque conférence est fixé à 5 fr. ; la souscription aux 20 conférences s'élèvera à 80 fr. Une remise de 25 % est acordée aux membres de la Société de Physique. S'adresser aux Presses universitaires, 49, boulevard Saint-Michel, à la Librairie Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, Paris.

Agents chimistes des Poudres. — Un concours pour dix places s'ouvrira le 20 novembre prochain. L'examen écrit aura lieu dans la poudrerie voisine du domicile du candidat, et l'oral à Paris. Sont admis au concours : les licenciés avec certificat de chimie générale, les élèves diplômés des Ecoles polytechnique, centrale, Arts et Métiers, de physique et de chimie de la Ville de Paris, des Instituts ou Ecoles de chimie des Universités de Paris, de Bordeaux, Caen, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Mulhouse, Nancy.

Les demandes d'admission doivent être adressées avant le 1er novembre à M. l'Inspecteur général Marqueyrol, président de la commission d'examen, au Laboratoire central des Poudres, 12, quai Henri IV.

Statisticiens. — Un concours pour l'emploi de statisticien adjoint aura lieu le 1er novembre au Ministère du Travail, 97, quai d'Orsay, Paris.

Le principe de la relativité et l'énergie intra-atomique. — Sous ce titre, le journal *La Nature*, 24 juin 1922, p. 390, donne une note de M. Gustave Le Bon, où celui-ci rappelle en particulier une communication qu'il avait faite à l'Académie des Sciences, le 9 juillet 1914 et qui lui a valu la réponse suivante du professeur Einstein : « Votre note m'a vivement intéressé. Il est en vérité remarquable que vous soyez arrivé, relativement à l'équivalence de la masse et de l'énergie, à des conséquences conformes avec celles de la théorie de la relativité. » R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Médecine.* — Sont nommés professeurs : M. Jeannin (clinique obstétricale), M. Richaud (pharmacologie).

Faculté des Sciences. — La chaire d'anatomie et physiologie est déclarée vacante (13 juillet).

Soutenance de thèse. — Pour le Doctorat d'Université : le 1er juillet, M. Frigon : « Etude expérimentale sur les pertes d'énergie de quelques diélectriques industriels soumis à une différence de potentiel sinusoïdale ».

Facultés de Pharmacie. — Les chaires de pharmacie des Facultés de Nancy et de Strasbourg sont transformées en chaires de pharmacie chimique.

— La chaire de Cryptogamie de Paris portera le nom de Cryptogamie et Microbiologie ; la chaire de Bactériologie de Nancy portera le nom de chaire de Microbiologie.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. Jules Tissot, professeur de physiologie générale au Muséum, et Mme Brun, son épouse, font donation à la chaire de physiologie d'une somme de 844.483 fr. Cette donation a été autorisée par décret du 29 juin.

Conservatoire des Arts et Métiers. — M. Heim, professeur d'hygiène industrielle, a été affecté sur sa demande à la chaire vacante d'agriculture et de production des matières agricoles dans ses rapports avec l'industrie.

Ecole d'application du Génie maritime. — Par décret du 5 juillet, en dehors des élèves ingénieurs militaires, l'Ecole recevra des élèves civils et des auditeurs libres. Les élèves du cours préparatoire à l'examen d'élève libre devront verser 1.500 fr. pour le prix de la scolarité.

Ecole polytechnique. — La croix de guerre a été décernée à l'Ecole ; la citation met en relief la science et l'héroïsme des officiers quelle a formés. Le drapeau à l'Ecole avait été décoré de la Légion d'honneur en 1914.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — M. Pérard, docteur ès-sciences physiques, ingénieur des arts et manufactures, est chargé du cours des applications industrielles de la chimie organique et agricole.

Université de Lille. — Une nouvelle chaire vient d'être créée sous le nom de chaire de géologie et minéralogie appliquée. M. Pruvost, maître de conférences de minéralogie, est nommé titulaire de cette nouvelle chaire.

Université de Montpellier. — Les chaires d'anatomie pathologique (10 juillet), de clinique des maladies mentales et nerveuses (11 juillet) ont été déclarées vacantes.

Université de Nancy. — M. Hollande, professeur de microbiologie, est nommé à la chaire de botanique.

Université de Dijon. — M. Hesse est nommé professeur de zoologie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 26 juin 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *H. Mineur* (prés. par M. Goursat). **Sur certaines équations fonctionnelles algébriques.**

— *Torsten Carleman* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le problème des moments.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). **Sur la loi de Gauss.**

NOMOGRAPHIE. — *W. Margoulis* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Les abaques à transparent orienté.**

— *Maurice d'Ocagne.* — **Sur les nomogrammes à transparent orienté.**

ASTRONOMIE. — *Gaston Bertrand.* **La loi de Riemann, le périhélie de Mercure et la déviation de la lumière.**

ASTRONOMIE-PHYSIQUE. — *Charles Nordmann* et *Le Morvan.* **Observations d'étoiles du type N et notamment d'une étoile à température effective extrêmement basse, au moyen du photomètre hétérochrome de l'Observatoire.**

Les étoiles du type spectral N de Harvard sont d'assez faibles grandeurs et par conséquent inaccessibles aux méthodes spectrophotométriques habituelles, même avec des instruments puissants. Pour trois d'entre elles, le photomètre hétérochrome a donné les températures 3440, 3010 et 2164 degrés absolus. La dernière, désignée 112559 H. D. dans le *Henri Draper Memorial,* possède la température effective la plus basse observée jusqu'ici par les auteurs, parmi les étoiles. Les températures effectives sont assez dissemblables, ce qui provient sans doute d'absorptions inégales des atmosphères stellaires.

AVIATION. — *A. Rateau.* **Calcul des variations du plafond d'un aéroplane dues à une variation de son poids ou à l'emploi d'un turbo-compresseur.**

On peut suivre de plus près ce calcul, au-dessus de 7 km., si l'on tient compte des précisions que M. Rateau a apportées dans une note antérieure (C. R., t. 174, p. 1511, 1922), en ce qui concerne la pression barométrique et le poids spécifique de l'air.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *M. Vasilesco Karpen* (prés. par M. Paul Janet). **Nouvelle évaluation de la pression interne des liquides. Critérium de l'association des molécules dans un liquide.**

La pression interne que Laplace désigne par la lettre K peut être évaluée d'une manière nouvelle. M. Karpen obtient l'expression $K = T\frac{\alpha}{\mu} - p$, dans le cas où les molécules ne sont pas associées (p étant la pression, α le coefficient de dilatation et μ le coefficient de compression du liquide). Si les molécules sont associées, on a : $J.\frac{dq}{dv} = T.\frac{\alpha}{\mu} - K - p$, avec $\frac{dq}{dv}$ différent de zéro. En particulier, au dessus de 200°, les molécules de l'eau sont associées ; leur dissociation se fait avec dégagement de chaleur par suite de la transformation de la vitesse de rotation ou d'oscillation des molécules associées en vitesse de translation des molécules composantes devenues libres.

RADIOACTIVITÉ. — *B. Szilard* (prés. par M. Daniel Berthelot.) **Sur le dosage direct de très faibles quantités de radium par les rayons pénétrants.**

La sensibilité de l'électromètre à quadrants peut être considérablement augmentée si on excentre l'aiguille par rapport aux secteurs fixes. Une forte dissymétrie peut se traduire par une instabilité complète de l'aiguille. Pour chaque position, il est possible d'obtenir un régime de sensibilité propre et bien défini, variable d'une position à l'autre. Avec ce dispositif, des essais effectués avec 500 gr. de produit contenant 10^{-9} gr. de radium par gramme ont permis des dosages avec une erreur de 2,5 pour 100. Enfin l'appareil est transportable et permet d'exécuter *sur place* et en quelques minutes le dosage des matières prospectées.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Recherche magnéto-chimique des constitutions en chimie minérale. Les acides de l'arsenic.**

La mesure des susceptibilités moléculaires montre que dans les dérivés non saturés, le diamagnétisme de l'arsenic, de AsO et AsO^3 est atténué. L'arsenic combiné, comme le phosphore, possède deux susceptibilités atomiques suivant sa saturation. On en déduit les formules des arsines, oxyarsines, arsénites, AsR^3, $AsR^2(OR)$ $As(OM)^3$ et celles des oxydes d'arsines, des cacodylates, des arsonates et arseniates R^3AsO, $R^2AsO(OH)$, $RAsO(OH)^2$, $AsO(OH)^3$. On retrouve ces deux susceptibilités pour Sb et Bi trivalent et pentavalent.

— *G. Gire* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la dissociation du chloroplatinate de baryum.**

A 428° la tension est 4 mm 6 ; à 665° de 616 mm 7. Le système est réversible. L'équation d'équilibre donne 948° absolus pour la température correspondant à la pression atmosphérique.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Demolon* (prés. par M. Lindet). **Sur les éléments accessoires des scories de déphosphoration.**

La chaux y existe sous divers états, en partie à l'état de silicates, susceptibles de libérer l'alcali de la *réaction* du sol. Dans les expériences avec traitements à l'eau sucrée, l'acide phénique, l'humate d'ammoniaque, les sels ammoniacaux et l'acide carbonique mettent en évidence que cette libération a lieu en plusieurs phases. La proportion de chaux est de 46 p. %, celle de magnésie de 8 p. %, celle de manganèse de 4 à 5 p. %

CHIMIE ORGANIQUE. — *L.-J. Simon.* **Sur l'oxydation par les mélanges d'acide sulfurique et de chromates.**

L'auteur avait déjà utilisé le mélange chromique pour doser le carbone des matières organiques par la mesure, au moyen d'une technique spéciale, de la quantité de CO^2 dégagée. La méthode ne s'appliquait pas à l'acide acétique et aux acétates. Elle devient générale, si on emploie un mélange de chromate d'argent (12 gr.) et d'acide sulfurique concentré (15 cc.) pour 0 gr. 1 de matière. Le rôle du CrO^4Ag^2 apparaît comme spécifique ; les autres chromates ne donnent pas satisfaction. On a là une nouvelle méthode de dosage du carbone.

— *Mlle H. Billon* (prés. par M. Haller). **Sur l'action du chlorobromure de triméthylène sur quelques cétones de la série grasse.**

Cette action sur les dialcoylacétophénones sodées par NH^2Na a déjà été étudiée par M. Haller et ses élèves. Avec l'isobutyrone sodée, on obtient la triméthyl-2-4-4-chloro-7-heptanone-3. De même la diméthylpinacoline, la tétraméthyléthylcétone conduisent à des cétones ω chlorées donnant avec les amines des amino-cétones.

— *R. Locquin* et *Sung Wouseng* (prés. par M. Haller). **Sur la transformation des alcools éthyléniques tertiaires (genre linalol) en alcools éthyléniques primaires (genre geraniol).**

Les auteurs ont obtenu l'isomérisation du linalol en géraniol (Barbier) en partant des alcools tertiaires $RR'C(OH) - CH=CH^2$ chauffés à 120° avec l'anhydride

acétique. Par saponification des éthers, il se produit les alcools primaires isomères $RR'C=CH—CH^2OH$, tels $RR'C(OH)=CH^2$ chauffés à 120° avec l'anhydride acétique. Par saponification des éthers, il se produit les alcools primaires isomères $RR'C=CH—CH^4OH$, tels que l'alcool ββ-dipropylallylique. A. RIGAUT.

CYTOLOGIE. — *P.-A. Dangeard.* **Recherches sur la structure de la cellule dans les *Iris*.**

En prenant comme exemple une feuille d'*Iris germanica*, l'auteur étudie d'abord, chez les feuilles adultes, le plastidome et le sphérome, dans les cellules vertes du mésophylle, dans les cellules épidermiques incolores et dans les cellules vertes, stomatiques. Cette étude, faite sur la cellule vivante, et complétée par l'emploi de la méthode à l'hématoxyline ferrique, après fixation au liquide de Laguesse, a fourni à M. Dangeard des détails très précis sur les éléments qui y sont contenus.

Un grand nombre de feuilles jeunes ont été également examinées, dont l'étude présente un grand intérêt au point de vue du métabolisme cellulaire.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* **Sur l'hérédité acquise.**

Par suite du mode de multiplication, la Pomme de terre *cultivée* a perdu ses mycorhizes que possédait le type sauvage dont elle a pu dériver (*Solanum Morglia*). Si les *Solanum tuberosum* cultivés continuent à donner des Pommes de terre, ce n'est pas grâce à l'art du sélectionneur, mais bien parce qu'elle est cultivée dans les pays froids ; c'est tout simplement par l'effet du climat septentrional dont l'action est parallèle à celle de l'hérédité acquise.

Après la suppression de la cause initiale qui a déclanché la variation, on voit se substituer à elle un autre facteur qui la remplace et produit le même effet.

— *Henri Jumelle.* **Le groupe du *Chrysalidocarpus lutescens*.**

Le *Ch. lutescens* est un des Palmiers les plus anciennement et les mieux connus de Madagascar. Autour de lui se groupent plusieurs espèces, que l'auteur passe en revue, qui pourraient tout aussi bien n'en être, d'après lui, que des modifications locales, provoquées par les conditions de milieu (altitude, sol, exposition, humidité, etc.), puis fixées par hérédité.

— *Jean Dufrénoy* (prés. par M. L. Mangin). **Sur la tuméfaction et la tubérisation.**

Chez divers *Eucalyptus*, la présence de tumeurs peut devenir habituelle. Le collet de la plantule se dilate toujours, par prolifération des bourgeons axillaires des cotylédons et des premières feuilles, qui, en se fusionnant, englobent les premiers entre-nœuds de la tige, l'axe hypocotylé et la base de la racine. Des tumeurs homologues dilatent la base de nos Ericacées arborescentes Ces tumeurs, accumulant en automne et en hiver de grosses quantités d'amyloleucites, ont la signification de tubercules qui offrent un exemple de transition entre la tuméfaction et la tubérisation.

MÉDECINE. — *Pierre* et *Louis Bazy* **Sur la vaccination préopératoire.**

Dans les cas où l'intervention peut être différée, il y a avantage à remplacer la sérothérapie préventive par l'*auto-vaccination préventive*, grâce à quoi l'organisme fabrique lui-même les moyens de défense strictement spécifiques contre les infections diverses dont les effets sont temporairement annihilés par les conditions mêmes de leur localisation, mais qui peuvent l'assaillir au moment où, par une intervention chirurgicale, on leur ouvrira des portes, des voies d'absorption.

Dans des cas d'infection de l'appareil urinaire, les auteurs ont obtenu les meilleurs résultats en pratiquant une *auto-vaccination préopératoire.*

GÉOLOGIE. — *F. Kerforne* et *L. Dangeard* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur les roches paléozoïques draguées par le *Pourquoi-Pas ?* en 1921 dans la Manche occidentale.**

Parmi les roches identifiées, les grès dominent de beaucoup : grès rosés du type des *grès d'Erquy*, grès blancs rappelant le grès armoricain, grès sombres et quartzites noirs analogues à ceux du Gothlandien, etc.

Dans quatre stations, dont trois entre Cancale et Chausey, on a trouvé des roches briovériennes typiques; enfin la drague a rapporté au sud de Guernesey du minerai de fer type Normandie et entre Serk et Carteret plusieurs échantillons de calcaire primaire, sans doute dévonien.

La drague permettra sans doute de retrouver la trace de synclinaux paléozoïques immergés et d'élucider le problème des relations des synclinaux du Cotentin avec ceux de Bretagne.

— *F. Ehrmann* (transm. par M. Ch. Depéret) **Sur la découverte du Silurien à Graptolithes et du Dévonien à Tentaculites aux Beni-Afeur (*Sud de Djidjelli, Algérie*).**

Dans cette Note, l'auteur donne la succession des différentes assises primaires à partir des *schistes à graptolithes*, d'après une coupe SW-NE, suivant l'éperon du dj. Kelaa, passant par la Mechtat Zouararane et le marabout Kedit Salem. Il est intéressant de noter certaines analogies de facies avec le Dévonien, du Sahara, de la Sardaigne, ainsi que la remarquable analogie pétrographique des arkoses, grauwackes, psammites, calschistes et marbres avec ceux de Belgique et du pays rhénan.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Ch. Gorceix* (prés. par M. Pierre Termier). **Répartition de la température dans le lac du Bourget.**

L'appareil qu'il vient de réaliser a permis à l'auteur de réaliser en 28 heures de travail près de 500 mesures de température à 0°2 ou 0°3 près, réparties en 68 stations sur les 45 kilomètres carrés du lac du Bourget. Les résultats obtenus, consignés dans cette Note, concernent la période du 15 mai au 7 juin 1922.

Cet appareil est basé sur la mesure des variations, avec la température, de la résistance électrique d'un fil de cuivre fixé au bout d'un câble qui se déroule sur un treuil. Un dispositif à contact de mercure indique l'arrivée de la sonde au fond.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Pierre Nobécourt* (prés. par M. Guignard). **Sur le mécanisme de l'action parasitaire du *Penicillium glaucum* Link et du *Mucor stolonifer* Ehrb.**

L'auteur établit, par un ensemble d'expériences, que l'action nuisible exercée sur les fruits par le *P. glaucum* et le *M. stolonifer* est due à des substances sécrétées par ces champignons et qui, diffusant dans la chair du fruit parasité, se retrouvent dans le suc que l'on peut en extraire. Ces substances, de nature enzymoïde, n'agissent qu'en milieu acide.

Les toxines sécrétées par le *P. glaucum* et le *M. stolonifer* agissent même sur les tissus de plantes que ces champignons sont incapables de parasiter (Carottes, Topinambours, Fèves, etc.).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Joseph Bouget* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Observations sur l'optimum d'altitude pour la coloration des fleurs.**

Chez un certain nombre d'espèces, au delà d'une certaine altitude, les vives couleurs s'atténuent, et à la limite supérieure d'extension de l'espèce, les pieds portent des fleurs décolorées, bleuâtres ou blanchâtres, parfois nettement blanches.

Pour la coloration des fleurs d'autres espèces, au contraire, il n'y a pas d'optimum d'altitude, cette coloration augmentant d'éclat et d'intensité jusqu'à la limite extrême de leur aire altitudinale.

PHYSIOLOGIE. — *W. Mestrezat, Pierre Girard* et *V. Morax* (prés. par M. E. Roux). **Perméabilité ionique élective des éléments cellulaires.**

Les dissociations que les auteurs ont observées dans le passage des ions d'une même molécule à travers une barrière cellulaire ou seulement endothéliale montrent que la perméabilité des cellules aux électrolytes est une *perméabilité ionique* et que cette *perméabilité* est *élective ;* ils en ont eu une double preuve dans la filtration cornéenne et la résorption au niveau des vaisseaux.

— *Doyon* (prés. par M. Roux). **Rapprochement des effets des acides nucléiques et de l'antithrombine du plasma de peptone sur la coagulabilité du sang circulant chez la grenouille.**

L'auteur a constaté que l'antithrombine phosphorée anticoagulante qui passe, chez le chien, dans le sang, sous l'influence des injections de peptone, possède des propriétés comparables à celles des acides nucléiques sur la grenouille.

L'antithrombine phosphorée du plasma de peptone provient des noyaux cellulaires et doit son activité au groupement phosphoré qu'elle contient.

— *L. Panisset* et *J. Verge* (prés. par M. E. Leclainche). **Idiosyncrasie et anaphylaxie.**

Chez un cheval, les auteurs ont observé des phénomènes morbides manifestes à la suite de transfusions de sang homologue citraté. Les phénomènes avaient l'allure clinique du choc anaphylactique.

L'observation est intéressante en ce sens qu'une première transfusion peut donner naissance à des manifestations typiques d'hypersensibilité. Idiosyncrasie et anaphylaxie sont impossibles à différencier cliniquement ; mais les méthodes d'antianaphylaxie permettent en tous les cas de pallier aux symptômes fâcheux qui peuvent survenir au cours des transfusions, uniques ou répétées.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Maurice Nicloux* et *Georges Welter* (prés. par M. Widal). **L'acide cyanique existe-t-il dans le sang ?**

L'acide cyanique n'existe pas dans le sang et dans la lymphe à l'état normal ; du moins, les auteurs n'ont pu l'y déceler. Toutefois, rien ne s'oppose, disent-ils, à admettre que l'acide cyanique aussitôt formé est aussitôt détruit, ou transformé en urée.

BIOLOGIE. — *A. Weber* (prés. par M. Henneguy). **Influence sur le développement des œufs d'un Batracien d'une substance extraite de la fertilisine des œufs d'un Poisson.**

De récentes recherches ont montré que les œufs mûrs et non fécondés d'un certain nombre d'Invertébrés ou de Vertébrés inférieurs exsudent dans l'eau une substance qui a été nommée *fertilisine* et qui contiendrait deux substances, une agglutinine et une lipolysine.

M. Weber a constaté que l'agent parthénogénétique de la fertilisine d'un Gardon (*Leuciscus rutilus* L.), connu à Genève sous le nom de Vengeron, inhibe le développement des œufs de Triton, comme si ces œufs avaient été plongés pendant quelques instants dans une solution faible d'un narcotique solvant des graisses, ou greffés dans la cavité péritonéale d'un Urodèle adulte.

— *A. Lécaillon* (prés. par M. Henneguy). **Sur la variabilité de l'espèce et la création expérimentale de nouvelles races chez le Bombyx du Mûrier.**

L'auteur a obtenu, chez le Bombyx du Mûrier, en de très courts laps de temps, plusieurs races chez lesquelles le caractère qu'il a pris, dans une certaine mesure arbitrairement, comme devant être le caractère essentiel de la race à créer, se trouve définitivement fixé.

En pratiquant un croisement entre un Papillon mâle bivoltin accidentel d'une race à ver blanc (c'est-à-dire non pigmenté) et un Papillon femelle polyvoltin de Chine (race très différente de la précédente), provenant aussi d'un ver non pigmenté, M. Lécaillon a obtenu en définitive, à la suite de plusieurs accouplements, une race à vers jaune verdâtre.

— *R de La Vaulx* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur l'apparition d'intersexués dans une lignée de *Daphnia magna* (Crustacé cladocère), et sur le déterminisme probable du phénomène.**

L'auteur est parvenu à faire apparaître expérimentalement des formes intersexuées dans une lignée de *Daphnia magna* n'en ayant pas encore produit.

De nouvelles recherches, effectuées sur d'autres espèces de Cladocères, seront nécessaires pour décider si les anomalies sont régulièrement produites par le confinement et si elles proviennent d'une intoxication de l'ovaire due à l'accumulation des produits d'excrétion, ou s'il faut mettre en cause la succession trop brusque de conditions favorisant la parthénogenèse à d'autres propices à la reproduction gamogénétique.

A. Vandel (prés. par M. F. Mesnil). **La spanandrie (disette de mâles) géographique chez un Isopode terrestre.**

Le *Trichoniscus pusillus* n'est représenté dans toute l'Europe septentrionale et moyenne que par des femelles. Par contre, dans le sud de l'Allemagne et de la Suisse et surtout dans les régions méditerranéennes, les mâles paraissent beaucoup plus communs, et, dans quelques cas, la proportion des sexes est tout à fait normale. D'une façon générale, chez les *Trichoniscus*, la reproduction bisexuée, qui paraît être la règle dans la région méditerranéenne, fait place, dans le nord, à une parthénogenèse constante accompagnée de la disparition totale ou partielle des mâles.

L'auteur cite des faits d'un même ordre chez d'autres animaux et chez certaines plantes et propose de désigner ce phénomène de la disparition des mâles dans les régions septentrionales par le terme de *spanandrie géographique.*

PROTISTOLOGIE. — *R. Hovasse* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur un Péridinien, parasite intracellulaire des Vélelles.**

Un important échouage de Vélelles, au pied même du laboratoire Marion (Marseille), a permis à l'auteur d'étudier une forme parasitaire qu'il croit nouvelle. Il s'agit d'un Protiste de 8 μ à 12 μ, existant en abondance et se multipliant activement dans les canaux gastrovasculaires, dans la mésoglée et surtout à l'intérieur même des cellules bordant les quatre canaux radiaires des bourgeons sexués que portent les gonozoïtes du Cœlcutéré.

P. GUÉRIN.

Séance du 3 juillet 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Armand Cahen* (prés. par M. Appell). **Sur les solutions singulières des équations différentielles du premier ordre.**

— *Miécislas Biernacki* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le déplacement des zéros des fonctions entières par leur dérivation.**

ASTRONOMIE. — *R. Jarry-Desloges* (prés. par M. Bigourdan). **Contribution à l'étude de la surface des planètes.**

Commencées en 1907 au Revard, ces observations ont été poursuivies depuis, en particulier en mai et juin derniers, à Sétif (Algérie). Au moyen de réfracteurs de 0 m. 37 et 0 m. 26 d'ouverture, on a pu déceler, sur la planète Mars, avec l'un des instruments,

des plages que l'autre n'avait pas montrées. On a observé de nouveau la décoloration de certaines plages sombres de l'hémisphère austral, qu'on avait déjà remarquée en 1919 ; ce qui tendrait à faire croire qu'on a affaire à une cause saisonnière.

— *Jules Baillaud*, *M*[lles] *Bonnet*, *Clavier* et *Lhomme* (prés. par M. B. Baillaud). **Distribution des étoiles dans la zone de Paris du Catalogue astrophotographique.**

Cette étude suppose que les clichés correspondant aux diverses régions de la voûte céleste ont été obtenus dans les mêmes conditions actiniques. Or, il n'en est rien. Par comparaison des parties communes du Ciel dans deux clichés différents, on effectue les corrections nécessaires. La courbe du dénombrement des étoiles pour les diverses magnitudes met en évidence l'existence de maxima stellaires très nets et de minima inégaux.

ELECTRO-OPTIQUE. — *Axel Lindh* (prés. par M. Brillouin). **Sur le spectre d'absorption du soufre pour les rayons X.**

Dans le cas du chlore, l'auteur a déjà montré que les limites d'absorption K étaient différentes suivant la valence mise en œuvre. Il en est de même pour le soufre. On s'est servi d'un appareil spectrographique construit par Siegbahn et, comme réseau, d'un cristal de calcite. On observe deux limites d'absorption différentes, l'une appartenant au soufre bivalent et l'autre au soufre 6-valent.

ELECTRICITÉ. — *André Blondel*. **Sur l'arc électrique dissymétrique entre charbons et métaux.**

Dans l'arc Garbarini, entre métal et charbon, la cathode en métal est constamment refroidie. Or, M. Blondel avait conclu à l'impossibilité de rallumer un arc dont la cathode est froide. MM. Dunoyer et Coulon attribuent la possibilité d'entretien de l'arc dans ces conditions au fait que la température du point de jaillissement sur le métal serait une température bien supérieure à celle d'ensemble de l'anneau refroidi. M. Blondel pense qu'une partie du carbone vaporisé par l'anode en charbon se dépose constamment en couche très mince sur l'anode refroidie et qu'ainsi l'arc jaillit entre deux charbons et non entre charbon et métal.

R. Dongier.

MÉTALLURGIE. — *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur le traitement thermique des pièces moulées, et spécialement des projectiles en fonte dite aciérée.**

L'auteur attire l'attention sur les chances de tapures à la trempe. On n'obtient pas ainsi l'homogèneité des pièces en acier forgé. D'autre part, les traitements thermiques déterminent la porosité du métal, qu'ont met en évidence par l'essai hydraulique ; cette porosité résulte du gonflement des fontes de moulage produit par chauffage. Tous les obus traités émettaient une sonorité grave, ce qui est l'indice de très mauvaises qualités mécaniques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Boussu* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la limite d'inflammabilité des vapeurs du système alcool-essence et du système triple alcool-essence éther.**

On se sert du procédé décrit par MM. Le Chatelier et Boudouard (1) en opérant à 5o° et à 9o°. Les résultats s'accordent avec la formule $\frac{n}{N}+\frac{n'}{N'}=1$, N et N' étant les limites d'inflammabilité des gaz, n et n' leurs proportions. Pour un système triple la formule $\frac{n}{N}+\frac{n'}{N'}+\frac{n''}{N''}=1$ convient encore pour les limites comprises entre 2o° et 15o°.

(1) *Soc. Chim.*, t. 19, 1898.

— *C. Matignon* et *M. Frejacques* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la transformation du gypse en sulfate d'ammoniaque.**

La double décomposition entre le carbonate d'ammoniaque et le sulfate de calcium, signalée par Lavoisier et déjà interprétée en 1855 par Marguerite, a été étudiée aux deux points de vue statique et dynamique. Les auteurs emploient un léger excès de gypse ; à la température ordinaire, le coefficient de transformation est de 96,6 %. Les courbes des vitesses de réaction présentent un point d'inflexion, qui est l'indice d'un changement brusque, sans qu'il y ait formation d'un sulfate double. On a opéré à 16° et effectué les dosages de carbonate d'ammoniaque.

CHIMIE. — *A Granger* et *P. Brémond* (prés. par M. Lindet). **Sur la composition chimique d'une roche dénommée Kaolin de Djebel Debar (Algérie).**

Comme beaucoup d'autres matières plastiques employées en céramique sous le nom de Kaolins, cette roche n'est pas une Kaolinite, mais de l'halloysite associée à un autre silicate d'aluminium. La composition est SiO^2 34,99, Al^2O^3 34,65 ; K^2O 0,83, CaO 0,55 ; perte au rouge 28,19. Cette roche contient des sulfates et de l'arsenic.

A. Rigaut.

CYTOLOGIE. — *P.-A. Dangeard*. **Sur la structure de la cellule chez les *Iris*.**

Le *plastidome* et le *sphérome*, dont l'existence est aussi générale que le noyau dans la cellule végétale, sont deux formations nettement indépendantes : elles se transmettent parallèlement à travers les générations successives sans avoir aucun point de contact. Les plastes du *plastidome* se présentent avec des formes très variables et jouent des rôles variés dans le métabolisme cellulaire. Les microsomes du *sphérome* sont normalement sphériques : la forme en bâtonnet est un stade de division ou une déformation ; certains aspects semblent indiquer une transformation possible des microsomes en globules oléagineux.

Le plastidome et le sphérome existent dans les grains de pollen et dans le sac embryonnaire : leur présence dans l'œuf n'est pas douteuse ; il est nécessaire d'en tenir compte au point de vue de la transmission des caractères héréditaires.

GÉOLOGIE. — *Paul Thiéry*. **Le Bajocien supérieur de la Lorraine.**

L'horizon à *Clypeus Ploti* augmente d'épaisseur du Nord au Sud, atteint son maximum de puissance vers Flirey, puis diminue dans la région de Toul. C'est à tort que l'on a considéré jusqu'ici cet horizon comme inférieur aux marnes de Gravelotte.

— *G. Denizot* (prés. par M. E. Haug). **Les dernières variations du niveau marin sur les côtes de la Basse-Provence.**

Après la Basse-Terrasse, représentée par la terrasse marine à 9 m. près des Martigues (Collot) et les terrasses de 8 m. — 10 m. sur le Récent dans la vallée du Rhône, la mer s'est abaissée vers la cote — 25.

Le relèvement, consécutif du niveau marin, s'est poursuivi au delà du niveau actuel, qui a été dépassé, probablement au début de l'époque historique, de 1 m. environ ; alors se sont édifiées les terrasses récentes. La mer serait depuis, et dans l'ensemble, en voie de régression, sans exclure la possibilité d'épisodes de sens contraire.

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. L. Guignard). **Sur l'accélération basifuge dans l'hypocotyle.**

L'accélération basifuge, définie par M. G. Chauveaud, est, dit l'auteur, une théorie qui repose sur le postulat de la continuité initiale de l'appareil conducteur embryonnaire ; elle indique une des modalités possibles de l'évolution de l'appareil conducteur chez les plantes vasculaires ; elle n'explique pas, notamment les caractères communs du protoxylème centripète et du protoxylème centrifuge ; elle a été édifiée essentiellement sur le fait de la destruction de certains vaisseaux dans la région hypocotylée, au cours de la germination ; or, cette destruction doit être attribuée à une cause actuelle, l'accroissement intercalaire.

— *G. Nicolas* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Un nouvel hôte du *Phyllosiphon* Kühn.**

Il s'agit d'un *Phyllosiphon* parasite de l'*Arum italicum*, qui ressemble beaucoup, aussi bien morphologiquement que physiologiquement, à celui de l'*Arisarum vulgare ;* il n'en diffère que par la moindre largeur de ses filaments et les dimensions de ses spores, qui sont plus étroites encore que celles du *Ph. Arisari.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. G. Bonnier). **Expériences pour servir à l'étude du mouvement des liquides dans les massifs cellulaires.**

Les expériences relatées dans cette Note semblent avoir établi que les membranes ferrocyanurées exosmosent moins, mais évaporent plus, que les membranes non ferrocyanurées, ce qui ramène la pensée vers des rapports de capillarité. Les membranes imprégnées de ferrocyanure de cuivre que l'auteur a employées n'ont jamais été semi-perméables pour les solutions de NaCl.

— *Jacques de Vilmorin* et *Cazaubon* (prés. par M. G. Bonnier). **Sur la catalase des graines.**

Chez les pins et les mélèzes, la teneur en catalase ne paraît pas être fonction de la vitalité de la graine, et les lots qui en contiennent le plus ne sont pas nécessairement ceux qui donnent les meilleurs résultats de germination. De plus, la catalase semble pouvoir subsister parfois, et à dose assez élevée, après que la graine a perdu toute faculté germinative.

PHYSIOLOGIE. — *Marc Romieu* et *Fernand Obaton* (prés. par M. G. Bonnier). **Etude spectroscopique comparative du pigment vert du Chétoptère et de la chlorophylle de l'Ulve.**

Le pigment vert du Chétoptère est un pigment très voisin de la chlorophylle d'Algue dont il représente une variété à peine modifiée et introduite dans l'organisme animal. La chétoptérine doit donc être rapprochée des entérochlorophylles qui sont d'origine alimentaire.

— *Mme Danysz-Michel* et *W. Koskowski* (prés. par M. Roux). **Etude de quelques fonctions digestives chez les pigeons normaux, nourris au riz poli et en inanition.**

Des pigeons ont été, les uns, nourris normalement, les autres, soumis au jeûne absolu ; un troisième lot a été exclusivement nourri avec du riz poli ; un quatrième lot a été placé au même régime que le précédent, mais en recevant des injections d'histamine.

Chez les pigeons nourris au riz poli, les glandes gastriques sont capables de fabriquer du suc gastrique même en période de crise paralytique. Mais ce suc offre un manque presque constant de pepsine.

Chez les pigeons en inanition, la pepsine existe toujours. Un fait primordial, c'est l'absence absolue d'accidents nerveux ou de crises paralytiques chez les pigeons soumis au régime du riz poli et recevant des injections quotidiennes d'histamine, en même temps que la présence constante et normale de pepsine.

— *J. Athanasiu* (prés. par M. Charles Richet). **Sur l'énergie nerveuse motrice : Electromyogrammes.**

L'auteur s'occupe, dans cette Note, de la part qui revient au muscle dans l'électromyogramme volontaire. Les grandes oscillations appartiennent seules au muscle (*vibrations électromusculaires*) et représentent le courant d'action des secousses dont est formée toute contraction volontaire. Celle-ci est, en effet, en tout point, semblable au tétanos artificiel du muscle. Les petites oscillations représentent le courant d'action de l'excitant nerveux qui met le muscle en état de contraction volontaire.

— *L. Garrelon, D. Santenoise* et *R. Thuillant* (prés. par M. Ch. Richet). **Action du choc peptonique sur le système nerveux vago-sympathique.**

La manifestation du choc peptonique est conditionnée par une susceptibilité antérieure du système vago-sympathique.

Ainsi que dans l'action des poisons du système nerveux, les auteurs observent après l'injection de peptone une hyperexcitabilité du système neuro-végétatif précédant sa modification secondaire. Ils croient que la skeptophylaxie protéinique est due à la modification du tonus neuro-végétatif, consécutive à l'injection déchaînante.

PHYSIOLOGIE EMBRYONNAIRE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Henneguy). **Les premières manifestations de la coordination nerveuse sur les mouvements du corps des Sélaciens Scyllioïdiens (*Scylliorhinus canicula* L. Gill.).**

L'auteur rend compte des observations qu'il a faites sur l'embryon de *Sc. canicula*, lequel est un objet de choix pour l'étude des phénomènes qui marquent le début de l'action nerveuse sur les muscles du squelette et cela pour deux raisons : 1° parce qu'on peut suivre toute l'évolution du mouvement locomoteur à travers la coque de l'œuf après l'avoir rendue transparente ; 2° parce qu'avant la liaison neuro-musculaire chacune des deux bandes musculaires latérales droite et gauche exécute un mouvement aneural rythmé, continu et régulier en milieu constant, dont les changements dénoncent et mettent en relief l'intervention nerveuse.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Pierre Girard* (prés. par M. G. Urbain). **Au sujet d'une Note de M. L. Lapicque sur le « mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant ».**

Au sujet d'une Note récente de M. Lapicque, l'auteur rappelle qu'il a démontré autrefois qu'indépendamment des rapports des concentrations moléculaires, d'autres facteurs, de nature électrostatique, étaient actifs dans l'osmose, et que, plus tard, il a montré l'existence d'une étroite relation entre l'état électrique de la paroi de la cellule et son comportement osmotique.

PARASITISME. — *W. R. Thompson* (prés. par M. P. Marchal). **Théorie de l'action des parasites entomophages. Accroissement de la proportion d'hôtes parasités dans le parasitisme cyclique.**

L'établissement d'un parasite dans une région donnée peut très bien ne pas donner de résultats nets pendant une longue période, sans que l'on soit en

droit de conclure pour cela à l'inefficacité du parasite, qui peut mettre un temps considérable à atteindre son but et finir, quand même, par anéantir son hôte.

Le parasitisme est bien cyclique, mais avec un cycle se déroulant en une très longue période.

MICROBIOLOGIE. — *S. Metalnikow* (prés. par M. F. Mesnil). **Une épizootie chez les chenilles de *Galleria mellonella*.**

Au cours de deux épizooties survenues dans des cultures de chenilles de *Galleria mellonella*, l'auteur a isolé les microbes provoquant cette maladie : un bâtonnet et un microcoque.

Ces deux microbes présentent en association une culture extrêmement virulente pour les chenilles en question, et peut-être pourront-ils servir de moyen de lutte contre les mites des abeilles et autres insectes nuisibles.

BACTÉRIOLOGIE. — *R. Cambier* et *E. Aubel* (prés. par M. Ch. Richet). **Culture de bactéries en milieu chimiquement défini à base d'acide pyruvique. Dégradation de l'acide pyruvique.**

Le bacille pyocyanique, le bacille fluorescent de Flügge et le colibacille se cultivent bien sur un milieu minéral dont la seule source de carbone est représentée par l'acide pyruvique. Dans les cultures, les auteurs ont pu mettre en évidence, comme produits de dégradation de l'acide pyruvique, les acides acétique, lactique et glycolique.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Minéralogie de Madagascar. — par A. Lacroix, T. I. (Géologie, Minéralogie descriptive) 624 pp., 27 pl. hors texte, 1 carte physique en couleurs. 504 esquisses géologiques et figures géométriques. Paris, Challamel 1922. Prix de l'ensemble de ce volume et des deux qui suivront : 200 fr. par souscription.

Les minéraux de Madagascar ont toujours attiré très particulièrement l'attention.

Les premiers voyageurs français qui au XVII^e^ siècle abordèrent l' « Isle de Madagascar » en rapportèrent des récits aussi merveilleux qu'inexacts sur le nombre et la variété des pierres précieuses qu'on y trouvait.

D'ailleurs, seul, le cristal de roche n'était pas un mythe et il arriva bientôt directement sur les marchés européens.

Puis au fur et à mesure que la France s'est installée à Madagascar, d'autres minéraux arrivèrent en France. Cependant quand, en 1893, M. Lacroix commença la Minéralogie de la France et de ses colonies, il ne put consacrer que peu de lignes aux minéraux de la grande île, et en 1895 une exposition faite au Muséum ne pouvait réunir qu'une centaine d'échantillons.

L'Administration supérieure de la Colonie ne comprit pas alors l'intérêt pratique de ces recherches théoriques et « en dépit de la méthode scientifique et « même du sens commun... on chercha à exploiter « avant d'avoir étudié. »

Fort heureusement, en France, l'initiative privée supplée à l'apathie administrative.

Cette initiative, on la doit à M. Lacroix qui, pendant 25 ans, n'a pas cessé de provoquer des envois de minéraux à son Laboratoire, de les déterminer, de les étudier, et de prodiguer ses conseils à tous les prospecteurs de la grande île. Le développement minier de la grande île est en grande partie son œuvre.

Grâce au dévouement de Mouneyres, de Villiaume, de Colcanap, les échantillons arrivèrent peu à peu, les grandes séries furent l'objet de publications détaillées, mais il restait une *poussière d'observation*, que M. Lacroix chercha à agglomérer lors de son voyage en 1911, dans la grande île.

Depuis lors, Giraud, Arsandaux, Rouquette, Perrier de la Bathie surtout, et beaucoup d'autres, lui ont fourni de nombreux documents. L'ensemble de ces matériaux est décrit dans le livre actuel, qui comportera 3 volumes. Cette œuvre constituera une véritable monographie géologique et minéralogique de ce pays plus grand que la France et rendra de très grands services, aussi bien aux naturalistes qu'aux industriels. En subventionnant cette œuvre magistrale, la colonie de Madagascar aura fait le meilleur des placements.

Il est difficile d'analyser un travail aussi considérable.

Le tome I comprend, outre une brève esquisse géographique, un exposé succinct, mais très complet, de la géologie de Madagascar. Ce n'est d'ailleurs qu'une préface de l'œuvre elle-même qui réside dans l'étude des minéraux.

Cette étude est envisagée au point de vue purement théorique, sans tenir compte des applications. Les considérations pratiques seront développées dans le tome II, actuellement sous presse.

D'admirables photographies accompagnent les descriptions ; les cartes ont été dessinées spécialement et elles contiennent, chose rare dans les ouvrages techniques, les noms des localités qui, quoique de peu d'importance, sont intéressantes au point de vue minéralogique.

Cette étude se suffit à elle-même, en ce sens qu'elle renferme la monographie complète des espèces envisagées ; chaque monographie est écrite avec l'extrême concision et la remarquable clarté qui caractérisent les publications de l'éminent Professeur de Minéralogie du Muséum. Les lecteurs malgaches, qui n'ont pas d'importantes bibliothèques à leur disposition, en apprécieront les avantages ; il en est de même des lecteurs métropolitains qui ont trouvé déjà dans la *Minéralogie de la France* des renseignements analogues ; seulement, ce dernier ouvrage a eu un succès tel qu'il est aujourd'hui épuisé. Sans doute, le même succès est réservé à la *Minéralogie de Madagascar* qui est, non seulement un instrument de travail indispensable pour tous les minéralogistes et les géologues, mais aussi un guide précieux pour les recherches minières dans notre grande colonie.

Il y a lieu d'espérer qu'à bref délai M. Lacroix, ou l'un de ses collaborateurs, sera amené à publier soit une 2^e^ édition de cet ouvrage, soit peut-être un résumé de petit format, aussi richement illustré que l'original ; les prospecteurs de Madagascar en tireraient le plus utile profit.

Paul Lemoine.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (V^e^)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 15 — 60e ANNÉE — 12 AOUT 1922

LA LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DES VÉGÉTAUX (1)

Messieurs,

En ouvrant le Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, je veux remercier d'abord les autorités de la ville de Montpellier, ainsi que le Comité local, de l'hospitalité si cordiale qu'ils veulent bien nous offrir et du beau programme d'excursions qui a été établi pour nous initier à la vie économique de votre belle région.

Aussi bien, si Montpellier, la vieille ville universitaire, attirait récemment l'attention du monde savant par la célébration du 7e centenaire de sa Faculté de médecine et réunissait chez elle, dans une grandiose solennité, l'élite du monde médical, scientifique et littéraire, elle peut revendiquer, avec non moins de fierté, un autre titre à notre attention. Elle est le centre actif des études viticoles en France et son école d'agriculture, dont on célébrait le cinquantenaire, a fourni des savants et des praticiens éminents ; ils se souviennent que, depuis bientôt 70 ans, la lutte contre les destructeurs de la vigne s'est organisée à Montpellier.

Je retrouvais, il y a quelque temps, dans les papiers de Montagne, une correspondance de votre compatriote H. Marès sur les essais de soufrage des vignes dans la région de Montpellier à la suite des indications fournies par Tucker et Duchartre. Ces lettres peignent bien l'homme modeste autant que savant, chercheur infatigable et perspicace qu'était Henri Marès.

Il a vu le premier et démontré l'importance des soufrages, non seulement pour la destruction de l'oïdium, mais encore sur la végétation de la vigne qui, sous leur action, devient plus vigoureuse et à maturité plus égale et plus précoce.

Tout récemment, au moment où la ruine était à vos portes, l'invasion phylloxérique a été vaincue. Ce sont encore des enfants de votre pays qui ont organisé cette victoire : J.-E. Planchon, un de vos éminents professeurs à la Faculté des Sciences et de médecine qui a le premier découvert et étudié le phylloxéra et Pierre Viala, mon éminent confrère et ami, qui, avec son collaborateur M. Ravaz, luttèrent avec une ardeur sans cesse renouvelée pour la reconstitution de vos vignobles dévastés.

Excusez-moi donc, en évoquant ces illustres exemples, de résumer devant vous les principes généraux de la défense contre les parasites qui, par leurs assauts répétés, infligent à nos cultures des pertes qui se chiffrent annuellement par des centaines de millions. Les noms d'oïdium, de mildiou, de black-rot, de phylloxéra rappellent chez vous le souvenir des catastrophes successives qui ont failli ruiner vos vignobles et que la science et le dévouement de vos illustres compatriotes ont réussi à conjurer.

*
* *

La lutte contre les parasites végétaux et notamment les champiguons, paraît, à première

(1) Discours prononcé à la séance solennelle d'ouverture du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Montpellier du 24 au 29 juillet 1922.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

vue, plus simple que la défense contre les insectes prédateurs, mais en réalité les principes sont les mêmes.

Tout d'abord on s'est proposé d'interdire aux parasites la pénétration dans les plantes, qui sont normalement saines, car on sait que si le parasite est introduit dans les tissus, il est difficile, sinon impossible, d'en arrêter les ravages. De cette nécessité sont nés les préparations anticryptogamiques et les poisons : sels de cuivre, arséniates divers, acide cyanhydrique, etc., destinés à être employés en badigeonnages, en pulvérisations ou en fumigations.

La recherche des substances toxiques nous révèle entre les parasites de profondes différences que l'expérience a mises en relief. C'est ainsi que le soufre ou les polysulfures si efficaces contre les oïdiums, sont sans action sur le mildiou ou le black-rot ; que les maladies à sclérotes ne sont pas entravées par les sels de cuivre; que la black-rot, sensible à ces derniers sels, peut se développer dans des solutions arsenicales qui, à doses très minimes, tuent le Polypore cause de la maladie de l'*Esca* ou apoplexie.

Il ne suffit pas de trouver les substances capables de tuer les germes des parasites, il faut encore former sur toute la surface de la plante un revêtement protecteur pendant toute la période de réceptivité des organes. Comme, en raison de la croissance, de nouveaux organes apparaissent, la surface à protéger est sans cesse changeante et le renouvellement des pulvérisations ou des badigeonnages protecteurs devient nécessaire.

A quel moment faut-il effectuer ces divers traitements ? Cette question, pendant longtemps livrée à l'empirisme, a reçu une solution assez satisfaisante depuis qu'on s'est attaché à suivre l'évolution des parasites dans leurs relations avec les plantes qu'ils peuvent envahir et avec les conditions atmosphériques.

On sait maintenant que les ravages du black-rot s'exercent en deux temps : une invasion primaire bénigne qui tient sous sa dépendance absolue l'invasion secondaire redoutable par ses ravages. Il suffit donc de s'appliquer à enrayer l'invasion primaire pour préserver la vigne des atteintes désastreuses du black-rot.

Les belles recherches de MM. Cazeaux-Cazalet et Capus, complétées par celles de M. Ravaz, sur l'évolution du mildiou, ont abouti à la création de stations d'avertissement indiquant l'époque d'un traitement réellement protecteur.

Rappelons enfin l'action bienfaisante des pulvérisations aux bouillies arsenicales des arbres fruitiers effectuées immédiatement après la défloraison et suivies d'un deuxième traitement 15 jours plus tard; dans ces conditions, le nombre des fruits véreux devient insignifiant et la production totale est notablement augmentée.

Mais dans ces traitements répétés par les substances toxiques, que devient la virulence du parasite, quelles modifications subit-elle ? Nous n'avons pas beaucoup de renseignements sur ce point, toutefois quelques expériences de Viala et Pacottet montrent que le black-rot peut être cultivé, par une accoutumance progressive et lente, aux sels de cuivre et, dans ces conditions, sa virulence augmente notablement.

*
* *

Si l'efficacité des traitements préservateurs appliqués à l'époque convenable n'est pas douteuse, la pratique de ces traitements est limitée aux cultures qui peuvent supporter le supplément de dépenses qu'ils occasionnent ; vis-à-vis des autres cultures, nous sommes désarmés. Il nous faut chercher d'autres méthodes protectrices.

La durée de l'évolution des plantes qu'il faut protéger, la précocité ou l'époque tardive de l'attaque des prédateurs permettent de réduire l'intensité des ravages sans provoquer de dépenses supplémentaires. C'est ainsi que la maladie du *piétin* qui, dans les sols humides, ravage les céréales, notamment le blé et le seigle, sévit surtout sur les céréales d'hiver, elle est sans action sur les céréales de printemps. Aussi, dans les régions où cette maladie est endémique, convient-il de semer le blé d'hiver le plus tard possible et de donner la préférence aux céréales de printemps.

Aux Etats-Unis, l'*anthonome* du Cotonnier, dont les larves éclosent dans la capsule, cause dans les champs de coton des ravages s'élevant à 14 % de la récolte totale avec un préjudice évalué, pour la période de 1895 à 1914, à 700 millions de dollars. Un des moyens de lutte assez efficace consiste à faire des semis précoces avec des variétés hâtives, de manière à obtenir des capsules presque mûres au moment où l'insecte pond ses œufs. Dans ces conditions, la récolte est rémunératrice, car les attaques du charançon sont faibles et la culture n'est pas grevée des frais occasionnés par le traitement encore incertain des poudrages.

Les conflits incessants qui existent entre les

différents êtres, dans la lutte pour la vie, ont amené les naturalistes à formuler et à réaliser des procédés de défense assez efficaces contre les insectes prédateurs par la recherche de leurs parasites.

L'*Icerya Purchasi* est une Cochenille d'origine australienne à peu près inoffensive dans son pays d'origine ; introduite en Californie vers 1868, elle menaça d'y détruire la culture des Orangers et des Citronniers. Une mission fut envoyée en 1888 dans l'Australie pour rechercher les parasites de l'*Icerya* et, dans le lot d'insectes qui fut capturé, se trouvait une Coccinelle, le *Novius Cardinalis* qui s'est révélée comme un ennemi redoutable de l'*Icerya;* cette Coccinelle fut élevée et se multiplia si bien qu'en 1889 on put distribuer aux propriétaires de Citronniers et d'Orangers dix mille *Novius cardinalis*. L'année suivante l'*Icerya Purchasi* avait disparu.

Si cette Cochenille s'est répandue depuis dans d'autres contrées : au Cap, aux Iles Hawaï, à Lisbonne, en Italie et récemment, en 1912, dans la Provence, l'élevage et la dispersion des *Novius cardinalis* a eu un plein succès pour la destruction de l'*Icerya* dans ces diverses régions.

Un autre exemple nous est offert par le *Diaspis pentagona,* Cochenille d'origine japonaise ou chinoise qui ravage les plantations de Mûriers. M. Berlèse, entomologiste italien, découvrit et put élever un parasite du *Diaspis pentagona,* c'est la *Prospatella Berlesi,* petite mouche de 1 mm. de longueur à peine. Introduite sur les Mûriers envahis par le *Diaspis,* la prospatelle n'a pas tardé à enrayer ses ravages, tant en Italie qu'en Autriche-Hongrie.

Dans cette voie nouvelle, les chercheurs s'efforcent de préciser les rapports biologiques des insectes prédateurs et de leurs parasites ; cela nous donne l'espoir de connaître bientôt les parasites de l'*Eudemis* et de la *Cochylis* et d'assister enfin à la destruction de ces deux fléaux de vos vignobles.

C'est surtout aux Etats-Unis que ces recherches sont poursuivies avec le plus d'ardeur et de succès parce que le gouvernement de l'Union n'hésite pas à donner des subventions considérables pour les favoriser. Les épisodes de la lutte contre le *Liparis dispar* et le *Liparis chrysorrhée* sont particulièrement suggestifs; j'en emprunte la relation au beau rapport de M. Marchal sur sa mission aux Etats-Unis.

Le *Liparis dispar* (Gypsy moth) et le *Liparis chrysorrhée* (Brown Tail moth) furent introduits d'Europe, le premier en 1868, le second en 1897. Les ravages exercés par les chenilles sur les arbres fruitiers et forestiers furent tels qu'on dut organiser la lutte dans le Massachusets : destruction des pontes, pulvérisations d'arséniate de plomb, ceintures gluantes, etc., tous les moyens furent employés et l'Etat de Massachusets dépensa 1.175.000 dollars jusqu'en 1899. Les résultats furent excellents.

Mais le gouvernement de Massachusets ayant supprimé tout crédit en 1900, le *Liparis dispar* se répandit de nouveau, et ses ravages devinrent si redoutables que le gouvernement central organisa la lutte avec un budget annuel de 1 million de dollars, sous la direction de M. Howard, le savant entomologiste américain. Sans abandonner les moyens de lutte directs et coûteux, M. Howard fit rechercher en Europe et au Japon les ennemis des *Liparis* pour les acclimater aux Etats-Unis. Leur nombre est considérable, car il s'élève à 25 pour le seul *Liparis dispar,* dont 13 sans importance.

Parmi eux il faut signaler le *Calosome sycophante* qui fait en Europe une guerre redoutable aux chenilles des *Liparis* et qui réalise les conditions nécessaires pour lutter contre elles, car c'est un insecte arboricole, résistant aux hivers froids et dont le cycle de développement est semblable à celui du Liparis. L'acclimatation du *Calosome sycophante* a réussi, et les ravages des *Liparis* seront bientôt enrayés.

Cette histoire est à la fois un exemple et une leçon : un exemple qui démontre l'importance des recherches de science pure au point de vue des applications pratiques ; une leçon pour les gouvernements qui hésitent à subventionner largement les recherches désintéressées. L'exemple précédent montre que les sacrifices consentis pour encourager la science ne sont pas des dépenses somptuaires, mais qu'ils représentent des placements à gros intérêts.

Si les parasites des insectes sont pour nous de précieux auxiliaires, ils ne sauraient nous servir contre les champignons nuisibles dont les ennemis sont très rares.

Le seul exemple qu'on puisse citer et sur lequel on avait fondé en vain quelques espoirs est une espèce parasite de l'oïdium de la vigne et aussi de l'oïdium du chêne; c'est le *Cicinnobolus Cesati* déjà décrit par Amici et Tulasne.

Ce parasite, assez souvent observé, n'a jamais pris d'extension et n'a pu conjurer les désastres causés par l'oïdium.

***

Il nous reste à examiner la méthode la plus efficace et la plus économique parce qu'elle supprime pour l'avenir les traitements préventifs très couteux et parfois incertains : c'est la recherche des variétés résistantes à l'emprise des parasites et leur substitution aux variétés sensibles.

Pourquoi dans un champ de blé ravagé par la rouille existe-t-il des individus entièrement sains. Pourquoi les cépages *Lincequmi, Rupestris, Cinerea* résistent-ils au mildiou, tandis que les cépages *Grenache, Terrets, Carignanne* sont attaqués et détruits ? Si nous n'avons pas de réponse précise à cette question, les recherches de Viala et Pacottet sur le black-rot, complétant celles de Laurent sur la pourriture de la pomme de terre, démontrent que la réaction du suc cellulaire est un élément important de l'immunité. Viala et Pacottet ont montré que le black-rot exige pour son développement normal un mélange de sucre et d'acides. Si la proportion de sucre augmente et que celle des acides diminue, le développement du black-rot cesse. On s'explique alors pourquoi la *Folle blanche* dont le suc cellulaire, riche en acides est pauvre en sucre, soit très attaquée par le black-rot, et que la *Clairette* riche en sucre et peu acide présente une grande résistance à ce parasite. D'autre part les conseils des praticiens sur l'inutilité des pulvérisations après la véraison trouvent dans ces recherches leur confirmation.

Mais d'autres facteurs peuvent encore intervenir, comme le montre l'action des engrais sur la résistance des plantes ; on sait que les superphosphates accroissent ordinairement cette résistance et que les engrais azotés la diminuent, et ces différences ont été expliquées par une maturité accélérée ou retardée. Quoi qu'il en soit de la cause interne de l'immunité, la recherche des cépages résistants s'est posée au moment de la crise phylloxérique, en raison de l'insuffisance des autres procédés de défense.

Les observations de Planchon et de Millardet complétées par celles de Viala et de Ravaz ont permis de dresser une échelle de résistance des diverses variétés de Vigne et établi que les Vignes américaines sont très résistantes au phylloxéra, tandis que les Vignes européennes sont tuées aussi bien en France qu'en Amérique. L'idée d'utiliser les cépages américains résistants comme porte-greffes devait venir à l'esprit et elle a été immédiatement mise en pratique.

L'emploi de certains porte-greffes très sensibles à la chlorose a failli compromettre le succès, mais grâce aux résultats de la mission de Viala en Amérique, qui a découvert un cépage, le *V. Berlandieri*, très résistant à la chlorose, il a été possible d'entreprendre la reconstitution des vignobles dans les terrains calcaires. Aujourd'hui, tout le vignoble français et la plus grande partie du vignoble mondial ont été reconstitués.

Ces résultats n'ont pas ralenti l'ardeur des savants et des praticiens et les recherches de nouvelles variétés, mieux adaptées, se poursuivent avec succès ; je n'en veux pour preuve que la découverte de nouveaux hybrides producteurs directs résistant au mildiou, sinon au phylloxéra, admirablement adaptés aux vignobles à polyculture ainsi que dans les milieux où ce parasite fait constamment de grands ravages.

***

Les essais de sélection et de croisement ne sont pas moins nécessaires pour les céréales décimées par la rouille, le charbon, la carie et dont la culture ne supporte pas les frais élevés des pulvérisations protectrices. Mais, tandis que pour la vigne l'initiative des recherches et la réalisation des procédés de rénovation appartiennent à la France, c'est à l'étranger, en Suède, en Amérique, etc., que nous devons chercher nos exemples pour la sélection des céréales, bien que la méthode qui préside à ces recherches ait été préconisée et appliquée en France par Louis de Vilmorin depuis plus d'un demi-siècle.

En Suède, à Svalôf, les études ont été poursuivies depuis bientôt 30 ans sur le blé, l'orge et l'avoine, en vue d'obtenir des sortes à rendement considérable, résistant au froid, à la verse et à la rouille. Les résultats ont couronné les efforts des chercheurs puisque la substitution des blés sélectionnées aux blés indigènes a donné une augmentation de 200 à 300 % dans la Suède méridionale. Pour fixer les idées d'une manière plus expressive, dans la province de Malmô, l'emploi des blés sélectionnés a donné un bénéfice annuel de 1.400.000 francs et celui des avoines 5.500.000 francs.

Il est vrai que ces avantages ne se sont pas étendus aux terres plus septentrionales où l'augmentation de récolte atteint à peine 25 à 30 %. Ce résultat démontre une fois de plus que le travail de sélection n'a de valeur que pour la région où il a été effectué et il justifie la création

en Suède de nouvelles stations filiales de Svalôf, mais plus septentrionales.

Les exemples empruntés aux Etats-Unis ne sont pas moins suggestifs. C'est M. A. Carleton qui s'efforce d'importer les blés « *Durum* » de Russie pour l'ensemencement des régions sèches de l'Ouest ; la sélection des semis a permis d'obtenir des variétés adaptées aux immenses plaines semi désertiques des Etats-Unis et d'accroître les surfaces cultivées en blé dans des proportions considérables. C'est aussi au Canada, la création du blé Marquis dans la ferme expérimentale d'Ottava par MM. A et F. Saunders ; ce blé issu du croisement d'un blé de l'Inde *Hard red* avec le *Red Fife* du blé de Manitoba, est caractérisé par une très courte durée de végétation ; il constitue un remarquable blé de printemps qui peut permettre d'augmenter en France les surfaces emblavées.

Citons encore les travaux de Scofield (1905) chargé de rechercher en Algérie les meilleures variétés de blés durs pour les implanter en Amérique ; quelques années plus tard, en 1912, l'exportation des blés dans les Etats-Unis atteignait 6 millions de boisseaux !

Vous le constatez, les stations de génétique se multiplient partout à l'étranger, et les essais satisfaisants déjà obtenus justifient les subventions souvent considérables qui y sont consacrées. Qu'elles s'appliquent aux recherches fructueuses de W.-A. Orton sur la sélection des lignées de Coton, de Melon résistant aux maladies fusariennes ; ou aux travaux de L.-R. Jones, à Madison pour la sélection des choux résistant à la fusariose, dont la permanence dans le sol rendait impossible la culture des crucifères alimentaires; ou enfin aux résultats excellents sur la sélection des tabacs réalisés en Amérique, aux Indes néerlandaises et en Italie : partout elles se traduisent par une augmentation de rendement.

Par cet exposé que je m'excuse d'avoir trop développé, j'ai voulu vous montrer les diverses étapes de la lutte contre les parasites.

D'abord limitée à leur destruction à la surface de la plante par l'emploi des poisons les plus variés dont l'application grève les cultures de frais considérables sans assurer toujours le succès, elle a évolué vers les solutions les plus simples et les plus économiques, soit par la dispersion des parasites des insectes prédateurs, soit surtout par la recherche des variétés plus résistantes aux parasites et en même temps plus productrices qui, libérant la culture de frais supplémentaires, permettent d'obtenir des récoltes plus importantes.

Au milieu des luttes pacifiques où la science règne en maîtresse et dont l'enjeu est un progrès économique, la France est encore dans la période d'enfantement pour l'organisation des services de génétique.

Souhaitons que le nouvel Institut de recherches agronomiques, s'inspirant des résultats obtenus à l'étranger, organise la recherche scientifique pour augmenter notre production nationale et accroître la richesse de notre pays si éprouvé par la victoire.

L. Mangin,
Membre de l'Institut,
Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle
Président de l'Association française pour
l'avancement des Sciences.

RELATIONS ENTRE L'ODEUR DES COMPOSÉS ORGANIQUES ET LEUR CONSTITUTION CHIMIQUE [1]

I. — De l'Odeur

Il peut sembler que les corps organiques doués de propriétés odorantes soient très nombreux, cependant il n'en est rien ; parmi l'énorme quantité de composés divers que la chimie organique permet d'isoler ou de préparer, les matières colorantes, les médicaments chimiques, les sucres, par exemple, sont en général complètement dénués d'odeur.

Les corps odorants les plus étudiés ont été les parfums, c'est-à-dire ceux qui possèdent une odeur agréable ; dans un pays comme le nôtre où l'industrie des huiles essentielles est extrêmement florissante et où celle des parfums artificiels occupe une place très honorable, les applications, et par suite la connaissance de ces substances, se sont beaucoup développées.

On s'accorde assez communément aujourd'hui à penser que si des phénomènes d'ordre physique permettent d'expliquer les sensations de la vue et de l'ouïe, le goût et l'odeur relèvent probablement des phénomènes chimiques.

De nombreuses théories ont été proposées, qui invoquent, les unes la nature matérielle de

(1) Cet article est le résumé d'une conférence faite au Laboratoire de M. le Professeur Charles Moureu, au Collège de France, le 25 février 1922.

l'odeur ; les autres l'existence de phénomènes vibratoires.

Nature matérielle de l'odeur. — Le fait qu'une substance odorante émette des particules matérielles apparaît normal, et nous ne nous inquiétons plus aujourd'hui si la balance n'accuse aucune variation de poids provenant de la perte de ces particules, car nous savons qu'un corps peut détacher des millions de molécules par seconde pendant un siècle sans que la différence de poids atteigne un centième de milligramme.

Bien avant notre ère, déjà, il était admis que l'odeur était causée par la matière elle-même qui se détache sans cesse et vient agir sur notre organe olfactif.

Plus près de nous cette théorie, exacte cependant, était abandonnée, et l'on ne peut passer sous silence l'une des idées ingénieuses qui eut au XVII[e] siècle un certain degré de succès.

Hermann Boerhave (1668-1738), professeur à l'Université de Leyde, considérait que les essences odorantes étaient constituées par deux principes ; l'un résineux, insoluble dans l'eau (*mater*), l'autre très subtil à peine pondérable, éthéré, peut être gazeux (*spiritus rector*).

Le principe *mater* est invariable et commun à toutes les essences tandis que le *spiritus rector* confère à chacune d'elles les propriétés odorantes qui lui sont propres. Il est soluble dans l'eau, il parfume les eaux distillées.

Séparez le *spiritus rector* d'une essence, il reste une résine.

Malgré toute sa poésie, il fallut bien abandonner cette théorie et, au XVIII[e] siècle, Fourcroy et Berthollet avaient repris la conception de la nature matérielle de l'odeur.

Les expériences suivantes sur la diffusion des parfums démontrent que les corps odorants émettent bien des particules de leur propre substance.

De nombreux corps tels que l'eau, le lait, les résines, les huiles, le papier, les métaux, le verre, les étoffes, etc..., ont la propriété de fixer les odeurs par diffusion dans une enceinte fermée.

En 1895, Jacques Passy démontra que ces substances pouvaient, après un temps relativement court et sans qu'il y ait contact direct avec la matière odorante, acquérir des odeurs telles que celles du musc ou de la vanilline.

« On peut démontrer, dit l'auteur, que l'odeur est bien due à la diffusion dans l'atmosphère et à la fixation, par les différents milieux, du parfum primitif.

« C'est ainsi qu'un tissu qui a contracté le parfum de la vanilline résistera à l'action de lavages répétés, tandis que le bisulfite enlève l'odeur immédiatement.

« Ainsi, conclut-il, toute production d'odeur s'accompagne de la diffusion dans l'atmosphère et de l'apport en contact avec la muqueuse olfactive de la substance odorante. »

Mécanisme de l'olfaction. — Nous admettons l'émission, par la source odorante, de particules, qui, après diffusion dans l'atmosphère, pénètrent dans les fosses nasales ; par quel mécanisme se réalise alors la perception de l'odeur ?

Coulier avait montré, en 1875, expérimentalement, que, dans l'air, il existait des centres de condensation de vapeur d'eau.

En 1918, A. Durand se reporta à ces expériences et compara les particules émises par les corps odorants à des ions, leur prêtant, comme à ces derniers, le pouvoir de condenser de la vapeur d'eau. Durand filtre de l'air à travers une bourre de coton, puis il le fait passer sur du musc ou sur du camphre et constate que l'air odorant a acquis la propriété de condenser la vapeur d'eau ; en effet, par la détente, un léger brouillard prend naissance. De ces faits très simples, l'auteur déduit un mécanisme olfactif. L'inspiration provoquant une détente, la vapeur d'eau se condense autour des particules odorantes qui agissent ainsi enrobées d'eau sur les terminaisons nerveuses olfactives. Liant la perception olfactive à la condensation de la vapeur d'eau, Durand attribue les écarts de l'acuité de l'odorat qui peuvent atteindre de 1 à 50, d'un jour à l'autre, pour la même personne, aux variations des conditions atmosphériques, pression, ionisation, état hygrométrique.

Dans la pratique de la parfumerie, la dilution d'un composé odorant favorise, d'une part, l'émission de particules plus fines et, d'autre part, l'action de flairer, qui provoque de petites détentes successives, augmente la perceptibilité olfactive. Ainsi la substance odorante, émanée de la source, diffusée dans l'atmosphère et enrobée d'eau, est amenée en contact intime avec la muqueuse nasale et les organes olfactifs.

Son retentissement sur ces organes sera d'ordre physique, suivant certains auteurs, ou d'ordre chimique suivant d'autres.

Interprétation physique des phénomènes odorants. — Heinrich Teudt explique la sensation d'odeur par les vibrations électroniques; il expose que les vibrations des électrons à l'intérieur de la molécule provoquent des oscillations

périodiques dans l'éther qui entoure les corps odorants. Si on admet que les nerfs olfactifs sont aussi le siège de vibrations, lorsqu'une molécule odorante parvient dans le voisinage de la muqueuse nasale, les vibrations intramoléculaires suscitent une résonnance sur ceux des nerfs olfactifs qui vibrent en un périodisme correspondant, et le renforcement de ces vibrations se perçoit alors comme une odeur.

Comme l'excitation des nerfs olfactifs a lieu par l'intermédiaire de l'éther, il ne serait pas nécessaire, d'après Teudt, que ces nerfs entrent en contact direct avec les particules odorantes présentes dans les cavités nasales.

Teudt remarque qu'un élément chimique peut d'autant mieux provoquer l'existence d'une odeur dans les composés qui le contiennent, que ces électrons sont plus fermement liés au noyau atomique. Les atomes métalliques, en raison de la facilité avec laquelle ils détachent des électrons, ne sont pas susceptibles de produire des odeurs.

Vis-à-vis de la théorie de Teudt, les critiques abondent ; on peut lui reprocher avec raison de faire table rase des travaux de nombreux physiologistes qui ont montré que l'odeur était liée à certaines propriétés de solubilité et de réactivité chimique des corps.

La matière odorante, si la théorie de Teudt était vraie, influencerait notre odorat aussi bien pendant l'expiration que pendant l'inspiration, et comme il n'en est pas ainsi, il y a indubitablement une modification chimique au cours de l'action de sentir.

Interprétation chimique des phénomènes odorants. — Des considérations d'ordre chimique vont maintenant nous permettre de concevoir le mécanisme de l'olfaction par des réactions entre les substances odorantes et les éléments de la muqueuse nasale.

Dans la molécule des corps doués d'odeur, il est toujours possible de mettre en évidence les points qui sont les plus aptes à entrer en réaction ; ce sont ceux où existent les *valences partielles* ou *affinités résiduelles* (Marchand, Durrans).

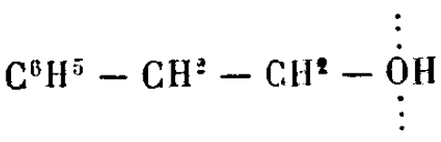
Les éléments comme l'oxygène, l'azote, le soufre, le phosphore, les halogènes, susceptibles de présenter des valences partielles engendrent des groupements odorants.

Le carbone, l'hydrogène, dont les valences sont constantes, sont peu odorants.

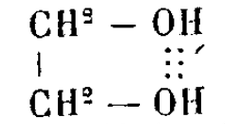
L'atome d'oxygène, qui normalement est divalent, fonctionne parfois comme un élément tétravalent; il possède alors deux valences partielles.

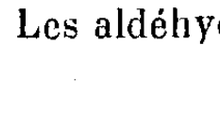
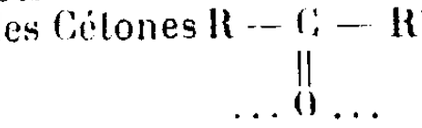
Considérons quelques composés organiques oxygénés.

Soit un alcool, l'alcool phényléthylique, par exemple, on peut écrire



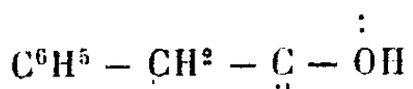
c'est un corps odorant ; si les valences partielles se trouvent saturées, l'odeur disparaît. Cette saturation peut se réaliser à l'intérieur même de la molécule, entre deux atomes d'oxygène qui échangent leurs affinités résiduelles. Le glycol ordinaire n'a pas d'odeur, il peut s'écrire :



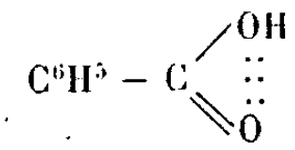
Les aldéhydes  les Cétones 

contiennent des affinités résiduelles, ce sont des corps odorants.

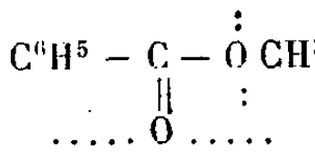
Les acides peuvent être odorants ou inodores; dans le premier cas on les représente par



Voici maintenant un acide inodore



Si l'on éthérifie l'acide, la saturation interne est rompue et l'éther est odorant



Les affinités résiduelles non satisfaites favorisent, d'après Durrans, des réactions d'addition avec les substances lipoïdes de la muqueuse nasale, et la variation d'énergie qui en résulte produit une sensation perceptible au centre nerveux.

Les osmocepteurs. — Ruzicka estime de même qu'un corps manifeste son odeur en raison d'une réaction chimique avec certaines substances de la muqueuse nasale dont la nature est inconnue, mais qu'il appelle des *osmocepteurs*.

Les molécules de composés odorants se combinent d'abord avec les osmocepteurs avec lesquels elles sont le plus susceptibles de réaction, ce sont les *osmocepteurs primaires ;* une odeur définie se développe.

Si ces osmocepteurs existent en quantité suffisante ou bien si l'organisme les produit assez rapidement, l'odeur reste la même, mais s'il

arrive que tous les osmocepteurs primaires soient consommés, la matière odorante entre en réaction avec d'autres osmocepteurs que l'on appelle naturellement *secondaires,* et par ce fait une autre odeur prend naissance.

La conception d'osmocepteurs permet d'expliquer la différence d'odeur que présentent certains composés à l'état dilué ou à l'état concentré (Ionone, Indol), la fatigue, l'émoussement de la faculté de percevoir une certaine odeur, tandis que l'on reste sensible vis-à-vis d'une autre.

Imprécision des observations concernant les propriétés odorantes des corps. — Nous savons déjà que, pour un même observateur, les dispositions personnelles varient, aggravées encore par les conditions atmosphériques. Les divergences d'expériences sont bien plus grandes lorsqu'il s'agit de comparer les résultats d'observateurs différents.

Jacques Passy trouva, par exemple, pour l'héliotropine, une différence de sensibilité entre deux observateurs, qui était comme un à cinq et vis-à-vis de ce même corps, pour une même personne, il constata une variation de 0,1 à 5, c'est-à-dire une sensibilité 50 fois plus faible d'un jour à l'autre.

Une autre difficulté provient du fait que les observations ne sont pas exécutées sur des composés chimiques de pureté identique. De petites quantités d'impuretés modifient, en effet, profondément l'odeur de certains corps et les déprécient. Dans ces conditions, si l'on s'adresse à la bibliographie pour se renseigner sur de semblables sujets, ou bien on ne trouve rien, parce que les auteurs omettent souvent de signaler l'odeur d'un corps nouveau qu'ils décrivent, ou bien on est mis en présence d'appréciations les plus contradictoires.

Enfin, quand il s'agit d'odeurs, l'imprécision des termes s'ajoute à celle des observations.

Pour évoquer un genre d'odeur, il faut se reporter à une fleur, un fruit, une graine, etc.. Un composé possède une odeur de violette, de rose, de verveine, de pêche, de pomme, d'anis, etc... Quant à la nuance de l'une de ces odeurs, ce sont les qualificatifs courants qui sont employés.

Il n'existe pas, comme dans la série des matières colorantes, des mots bien nets comme blanc, bleu, jaune, etc...

Certains auteurs ont bien tenté d'établir des classifications, mais ils ont la plupart du temps travaillé sur des essences et non sur des composés chimiques définis, et leurs travaux ne semblent pas avoir reçu de consécration pratique.

Le souvenir de toutes ces imperfections rendra moins étranges les divergences dans les mesures de puissance et d'intensité.

Disons de suite que, pour l'étude de l'odeur des corps connus, la meilleure et la plus simple méthode consiste à comparer le composé à étudier avec un échantillon authentique et, par un processus analogue à celui qui est employé dans les méthodes colorimétriques en chimie analytique, on arrive assez facilement à faire, avec une approximation suffisante, des dosages simples d'odeur.

Pour l'étude générale des propriétés odorantes des corps, on a recours à la méthode des *minimums perceptibles.*

Cette méthode, qui ne tient compte ni de la nature ni de la nuance de l'odeur s'impose, en effet, car d'après des avis, du reste partagés, d'une part les odeurs ne sont pas toujours perçues en proportion de la quantité de la matière odorante qui les émet, et d'autre part nous avons déjà vu que, très fréquemment, les odeurs des substances à l'état dilué et à l'état concentré sont nettement différentes.

Mesure des minimums perceptibles. — Jacques Passy appelle minimum perceptible la plus petite quantité perceptible de matière odorante contenue dans un litre d'air.

L'auteur prépare des solutions à 1/100, 1/1.000, 1/1.000.000 de la substance à essayer.

Il introduit une goutte de la dernière solution préparée dans un flacon de 1 litre, au fond duquel un disque légèrement chauffé est disposé; il laisse la diffusion du parfum s'effectuer pendant quelque temps, et, débouchant le flacon, il sent à l'ouverture s'il ne perçoit aucune odeur. Passy recommence l'expérience avec la solution suivante de concentration plus élevée.

Ses premiers essais faits sur des essences, Jacques Passy poursuivit ses recherches avec des produits définis.

Il trouva, par exemple, que les minimums perceptibles sont, en millionièmes de gramme par litre d'air :

pour le camphre de 5
pour le citral de 0,5 à 0,1
pour la vanilline de 0,005 à 0,0005
pour le musc artificiel de 0,000001 à 0,0000005.

Ce tableau permet de distinguer clairement, d'une part la puissance odorante et d'autre part l'intensité.

La puissance odorante est l'inverse du minimum perceptible. Le minimum étant 5/1000 pour la vanilline et 5/10 pour le citral, on dit que la

vanilline est 100 fois plus puissante que le citral.

L'intensité est définie par le fait que l'odeur la plus intense masque l'autre. Les deux propriétés ne se suivent pas, et une odeur intense est souvent peu puissante.

La recherche des minimums perceptibles a été l'objet de travaux de la part de nombreux auteurs (Ch. Henry, Mesnard, E. Fischer et F. Penzolt, Berthelot, etc...).

De plus, de nombreux appareils (olfactomètres, olfactoscopes. etc...) ont été adaptés à la mesure des odeurs.

II. — Odeur et propriétés physiques

Parmi les propriétés physiques des corps odorants, la *densité, l'indice de réfraction* ne laissent pas apparaître de relation directe avec l'odeur des corps.

On peut se demander, avec Semmler, si les odeurs des composés doués du *pouvoir rotatoire* sont différentes de celles des mêmes corps inactifs. Il est possible qu'il en soit ainsi et Tiemann, très affirmatif sur ce point, pensait que l'odeur des composés actifs était plus nette et plus intense que celle des composés racémiques.

Quoi qu'il en soit, la différence n'est, en tout cas, pas fondamentale ; toutefois une opinion assez répandue attribue, par exemple au de limonène une odeur de citron plus fine qu'au dipentène.

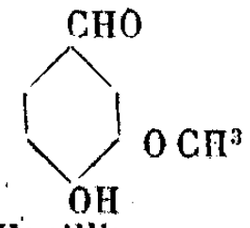
Le point d'ébullition d'un corps odorant est généralement inférieur à 300° (pression ordinaire), l'alcool phényléthylique bout à 219°, le salicylate de méthyle à 224°, l'ionone vers 240°, la benzophénone à 307°, le benzoate de benzyle qui bout à 323° a une odeur nulle.

Ceci n'a rien d'absolu et la nature des fonctions chimiques joue un rôle important.

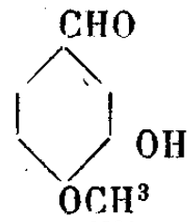
La *volatilité* d'un corps et ses propriétés odorantes sont intimement liées ; on sait, par exemple, que, par solution dans un solvant lourd, l'odeur d'un corps est atténuée, tandis qu'elle est exaltée si on mélange ce même corps avec un solvant volatil.

La variation de température agit sur l'intensité des odeurs.

Ainsi l'isovanilline, qui a un parfum mixte de vanille et d'anis à la température ordinaire, devient nettement vanilline à chaud.



Vanilline



Isovanilline

Mais il ne suffit pas qu'un composé odorant soit volatil, il faut qu'il soit aussi soluble dans l'eau, ou soluble dans les matières grasses, à cause de l'humidité et de l'existence des gouttelettes lipoïdes qui se trouvent dans les muqueuses nasales.

Les alcools saturés à faible poids moléculaire sont peu odorants, car ils sont peu solubles dans les graisses ; les alcools à poids moléculaire plus élevé redeviennent inodores car ils sont insolubles dans l'eau.

Le *poids moléculaire* favorable à l'odeur pour une substance dépend essentiellement de sa fonction chimique ; toutefois pour une fonction donnée l'odeur se localise assez nettement entre certaines limites.

Dans la série des aldéhydes grasses, jusqu'en C^7 l'odeur offre peu d'intérêt. Au-dessus des termes en C^{12}, l'odeur disparaît, mais les aldéhydes caprylique, nonylique, caprique, undécylique, laurique, le citronellol, le citral..., dont les poids moléculaires sont intermédiaires, ont des odeurs agréables, de même que les aldéhydes aromatiques, parmi lesquelles les plus basses sont en C^7 et qui comptent de si nombreux corps odorants.

Pour d'autres fonctions que la fonction aldéhyde, on trouverait des limites analogues, mais variables suivant la nature des corps.

III. — Relations entre la constitution chimique des corps et leur odeur.

Pour donner une idée de l'influence que les modifications de la structure chimique exercent sur l'odeur, nous exposerons dans cette partie de notre étude :

Les qualités odorantes particulières à quelques-unes des principales fonctions;

Après avoir acquis la notion de ce que l'on entend par groupements osmophores, nous verrons que, dans une molécule, les osmophores peuvent se remplacer les uns les autres avec persistance de la même odeur;

Puis nous connaîtrons que l'on ne doit pas attribuer l'odeur à l'osmophore seul, le reste de la molécule ayant une telle importance que l'analogie de constitution chimique et l'homologie entraînent l'analogie d'odeur.

Nous verrons ensuite quelle est l'influence exercée par l'existence de liaisons non saturées dans la molécule, ainsi que les modifications d'odeur provenant de la présence d'azote, d'halogènes ou de certains groupements.

Nous terminerons en attirant l'attention sur

l'importance des chaînes fermées et des positions relatives des osmophores dans le cas de substitutions multiples en série cyclique.

Propriétés odorantes générales des diverses fonctions. — Nous avons vu plus haut qu'il n'existait pas de nomenclature chimique spéciale pour les matières odorantes, pas de classification particulière. L'ordre adopté pour l'étude des corps qui nous intéressent est celui de la chimie organique en général, c'est-à-dire qu'on les étudie, en prenant successivement les carbures, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les acides, etc...

Les corps appartenant à chacune de ces classes de composés possèdent des valeurs odorantes diverses et inégalement importantes.

Les carbures, surtout les carbures saturés, n'ont pas de caractères d'odeur bien remarquables.

Les alcools possèdent une importance de premier ordre; alcools gras saturés, alcools terpéniques, tels que le géraniol, le citronellol, le rhodinol: hydrocycliques comme le menthol, le terpinéol, alcools aromatiques comme l'alcool phényléthylique, etc...

Les aldéhydes constituent la classe de composés qui est peut-être la plus abondante en substances odorantes et les dérivés sont nombreux qui, appartenant aux mêmes groupes que ceux que nous avons cités pour les alcools, ont des odeurs intenses; aldéhydes des séries grasse et terpénique; aldéhydes aromatiques : benzylique, anisique, phénylacétique, cinnamique, vanilline, héliotropine, etc...

Les cétones ont une moindre importance, mais celles qui sont douées d'odeur tiennent une large place parmi les corps étudiés ici, et leurs applications sont nombreuses. Telles sont les cétones aromatiques, le camphre, l'ionone.

Les éthers-sels sont, en général, doués d'odeur; la nature du reste en produit de nombreux (acétates de linalyle, de benzyle, de bornyle).

Les éthers oxydes et les acides sont généralement peu odorants.

Les éthers de phénols fournissent d'assez nombreux corps doués d'odeurs tels que l'anéthol, l'eugénol, le safrol, etc...

Parmi les composés contenant de l'azote, certains, comme les dérivés nitrés, comprennent d'assez nombreux composés odorants (muscs); d'autres, à fonctions diverses, ont des odeurs très particulières (indols, anthranilate de méthyle).

Groupements osmophores. — En dehors de l'étude des composés odorants par fonction chimique, on a essayé de discerner, dans la molécule des substances douées d'odeur, certains groupements spéciaux qui établiraient, avec la constitution chimique, des rapports analogues à ceux existant dans les matières colorantes.

L'oxygène, l'azote, le soufre introduits dans la molécule des carbures développent une odeur.

Par analogie avec la théorie que Witt avait proposée pour les couleurs, Klimont, en 1899, donna le nom de groupements *aromatophores* à des groupements tels que — OH, =O, — CHO, —CO—CH^3, —OCH^3, —NO, —C N, —N^3.

En 1900, Rupe et Majewski appelaient les mêmes groupements des *osmophores*.

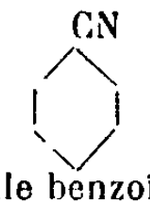
D'autres auteurs les dénomment odorophores (Marchand, Dubsky).

Georges Cohn appelle *cacosmophores* les groupements qui ont une mauvaise odeur comme —HS, —S—, —N≡C, et *Euosmophores* les groupements qui provoquent des odeurs agréables.

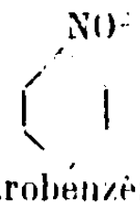
Dans les osmophores existent les valences partielles ou affinités résiduelles de Marchand et Durrans, ce sont les osmophores qui réagissent avec les osmocepteurs de Ruzicka Ehrlich.

Remplacement des osmophores les uns par les autres. — Les groupes osmophores peuvent être substitués les uns aux autres sans que la nature de l'odeur du composé soit bouleversée et dans l'aldéhyde benzoïque C^{6}H^{5}CHO, si on remplace le

groupe osmophore CHO, par NO^2 ou par CN, une odeur analogue à celle d'amandes persiste, mais il ne faut pas pousser l'analogie trop loin et l'acétophénone, l'alcool benzylique, ne possèdent plus l'odeur d'amandes.

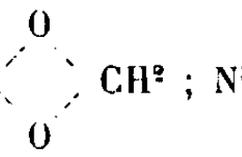


Nitrile benzoïque



Nitrobenzène

Des composés tels que le pipéronal et le dérivé azidé de Rupe et de Majewski



rappellent l'héliotropine.

Dans l'ionone, le groupement CH CH CO —CH^3 peut être substitué par

$$-CH=C(CH^3)-CO-CH^3;\quad -CH=CH-CHO;$$

$$-CH=CH-COOCH^3;\quad -CH=CH-COH(CH^3)$$

et l'odeur de violette persiste, à la nuance et à la puissance près.

La série des musces artificiels illustre de façon particulièrement brillante une souplesse moléculaire qui permet le remplacement très varié de groupements osmophores les uns par les autres.

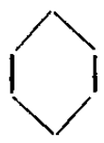
Toutefois la nature de l'osmophore substitué n'est pas indifférente pour la conservation de l'odeur, et Noelting, au cours d'un article très autorisé et récent, fait remarquer combien il est étonnant que l'osmophore —$CO^2C^2H^5$ qui a un effet si puissant quand on l'introduit dans le noyau benzénique, soit sans action dans une molécule telle que celle du dinitropseudobutylmétaxylène.

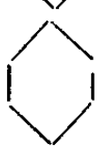
L'odeur dépend aussi du reste de la molécule. — **Si, au lieu de faire varier le groupement osmophore, c'est le reste de la molécule qui change, la nature de l'odeur est complètement modifiée. Considérons les aldéhydes suivantes :**

Acroléine : $CH^2 = CH - \underline{CHO}$

Citral : $CH - C(CH^3) = CH - CH^2 - CH^2 - C(CH^3) = CH - \underline{CHO}$

Benzaldéhyde : $\underline{CHO}$

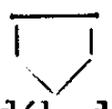
Aldéhyde cinnamique :  $CH = CH - \underline{CHO}$

Phénylacétaldéhyde :  $CH^2 - \underline{CHO}$

Malgré la présence constante dans chacune d'elles du groupement osmophore —CHO leurs odeurs sont très diverses. A côté de ce groupement, le reste de la molécule intervient donc dans la nature de l'odeur.

Analogie d'odeur et de constitution chimique. — **Puisque le reste de la molécule a tant d'influence, tout naturellement nous observerons que l'analogie de constitution chimique entraîne l'analogie d'odeur.**

La furfuracroléine sent la cannelle

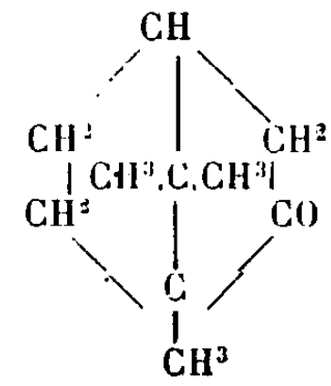
 $C - CH = CH - CHO$

comme l'aldéhyde cinnamique

$C - CH = CH - CHO$

Il faut bien avouer que les faits reconquièrent vite leur indépendance ; et surtout la réciproque n'est pas vraie.

Odeurs analogues des composés chimiques différents. — **Des corps possédant des odeurs analogues présentent souvent des constitutions tout à fait différentes.**



le camphre

l'alcool pinacolique

$$CH^3-C(CH^3)(CH^3)-CHOH-CH^3$$

les diéthylamino acéto et propionitriles.

$$(C^2H^5)^2N-CH^2-CN$$

Les dérivés polyhalogénés de l'éthane, de nombreux alcools tertiaires du type allylcarbinol

$$CH^2=CH-CH^2-C(C^2H^5)^2-OH$$

et une infinité de composés les plus divers, ont des odeurs camphrées.

Les odeurs d'anis, de citron, de cannelle, de menthe, etc..., se retrouvent de même chez des composés organiques très différents.

L'odeur du musc naturel est due à une cétone : la *muscone* $C^{15}H^{28}O$ ou $C^{16}H^{30}O$, qui est tout à fait différente des composés nitrés dont l'odeur la rappellent tellement qu'ils n'ont jamais reçu d'autre dénomination que celle de musces artificiels.

L'Homologie chimique entraîne l'homologie d'odeur. — **Une forme bien naturelle de l'analogie de constitution est l'homologie chimique.**

Klimont appelle « Homologie des odeurs » cette persistance de la même propriété odorante chez les homologues, on la trouve très nettement dans les séries des alcools gras saturés, des aldéhydes de la même série.

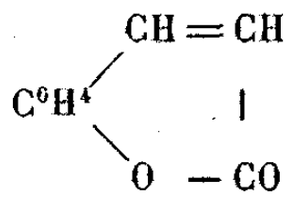
Dans la série aromatique, l'introduction d'un méthyle dans le noyau ne modifie pas l'odeur fondamentale. C'est ainsi que les aldéhydes toluiques se différencient peu de l'aldéhyde benzoïque

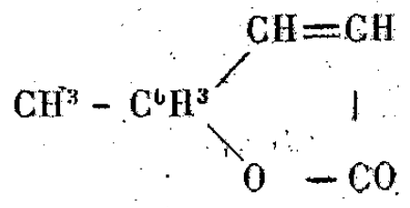
$$C^6H^5-CHO\ ;\qquad CH^3-C^6H^4-CHO$$

un groupe méthyle dans le noyau benzénique de la vanilline ne modifie pas l'odeur caractéristique.

$$C^6H^3(CHO)(OCH^3)(OH)\ ;\qquad CH^3-C^6H^2(CHO)(OCH^3)(OH)$$

La méthyl-coumarine a conservé l'odeur de la coumarine

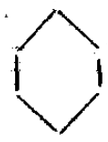




Mais, comme dans le cas des autres lois que nous avons déjà tenté d'esquisser, la généralité de cette règle est vite épuisée, car si au lieu de se limiter à l'aldéhyde paratoluique on compare l'aldéhyde benzoïque à l'aldéhyde paraisopropylbenzoïque ou cuminique, alors la différence d'odeur est profonde. La propriété observée est donc limitée, la plupart du temps, aux homologues immédiats.

Si l'homologie, au lieu de se manifester par l'introduction d'un CH^3 dans le noyau, provient de l'allongement de la chaîne latérale, l'homologie d'odeur correspondante subit des éclipses. Ainsi il n'y a aucun rapport entre l'odeur de l'aldéhyde benzoïque et celle de l'aldéhyde phénylacétique.

Il en est de même pour les alcools benzylique et phényléthylique.



L'homologie de l'odeur réapparaît entre l'aldéhyde phénylacétique et l'aldéhyde phénylpropylique

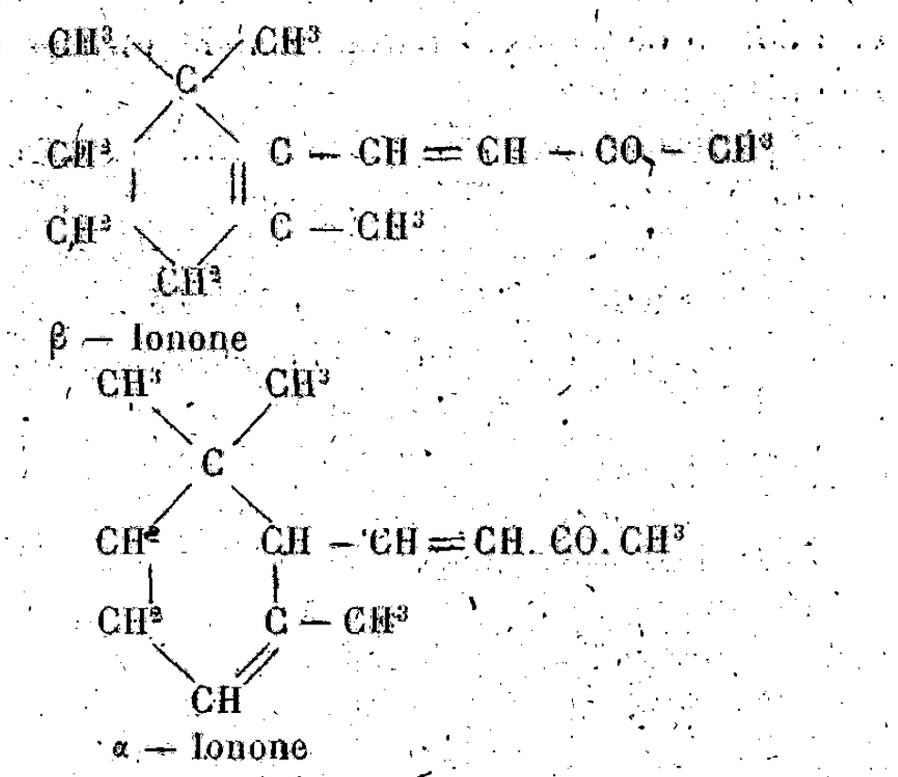
comme entre les alcools correspondants à ces aldéhydes, mais elle disparaît rapidement, au fur et à mesure que la chaîne s'allonge.

L'homologie d'odeur se retrouve sous une autre forme entre les éthers-oxydes et les éthers-sels qui diffèrent entre eux par des radicaux alcooliques homologues : tels sont l'anéthol et l'homoanéthol, les salicylates de méthyle et d'éthyle.

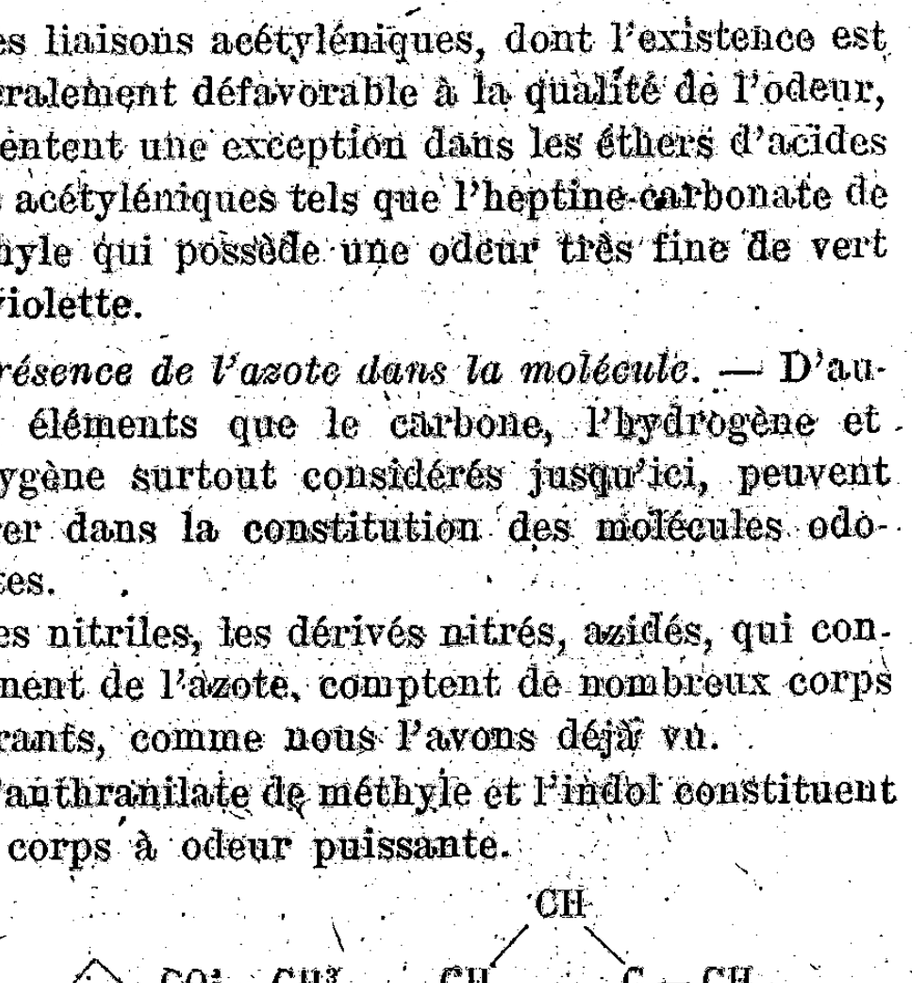
Influence des liaisons non saturées. — Les liaisons non saturées exercent une grosse influence sur l'odeur, autant par leur existence que par la place qu'elles occupent dans la molécule.

Les exemples bien connus de l'estragol et de l'anéthol, de l'eugénol et de l'isoeugénol, montrent les différences profondes apportées dans l'odeur d'un corps par des groupements suivants, qu'ils soient allyliques ou propényliques.

Dans l'ionone, la place de la liaison éthylénique dans le noyau cyclique, donne la β- ou l'α-ionone, corps dont les valeurs odorantes sont bien distinctes.



β — Ionone



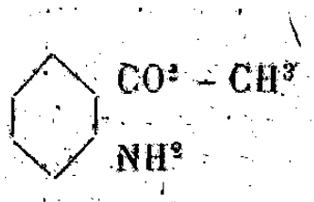
α — Ionone

Les liaisons acétyléniques, dont l'existence est généralement défavorable à la qualité de l'odeur, présentent une exception dans les éthers d'acides gras acétyléniques tels que l'heptine-carbonate de méthyle qui possède une odeur très fine de vert de violette.

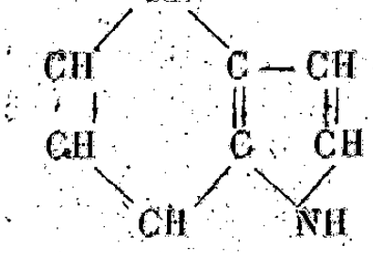
Présence de l'azote dans la molécule. — D'autres éléments que le carbone, l'hydrogène et l'oxygène surtout considérés jusqu'ici, peuvent entrer dans la constitution des molécules odorantes.

Les nitriles, les dérivés nitrés, azidés, qui contiennent de l'azote, comptent de nombreux corps odorants, comme nous l'avons déjà vu.

L'anthranilate de méthyle et l'indol constituent des corps à odeur puissante.



Anthranilate de méthyle



Indol

Influence des halogènes. — La netteté de l'influence des halogènes sur l'odeur se perçoit surtout dans le cas de la substitution dans les chaînes latérales des carbures aromatiques.

Le styrolène halogéné possède une odeur qui évoque les corps de la série jacinthe.

$$C^6H^3 - CH = CH^2 \rightarrow C^6H^3 - CH = CHBr$$

Styrolène — ω — Bromostyrolène

Introduction de groupements divers dans la molécule. — L'apport de groupements nouveaux dans une molécule fait varier l'odeur, en particulier si la modification ainsi introduite ne transforme pas simplement le corps en son homologue immédiat.

Voici un exemple tout à fait classique : transformons le toluène, par nitration, en mononitro-

toluène: nous créons un produit dont l'odeur est analogue à celle de l'essence de mirbane ; si on continue la nitration, l'odeur disparaît, car le trinitrotoluène est inodore; mais, par introduction du groupe pseudobutyle dans ce trinitrotoluène, l'odeur intense de musc se développe et cette odeur persiste si l'on remplace le dernier atome d'hydrogène du noyau par CH^3, OCH^3, ou un halogène.

Le remplacement d'un hydrogène du noyau benzénique par un oxhydrile crée parfois de l'odeur, comme dans le cas de l'aldéhyde salicylique, mais les exemples sont plus nombreux de corps qui sont odorants à la suite de l'introduction d'oxhydriles dont l'hydrogène est remplacé par un reste alcoolique.

Ainsi à l'aldéhyde p. oxybenzoïque correspond l'aldéhyde anisique (odeur d'aubépine)

$OH—C^6H^4—CHO$

aldéhyde para oxybenzoïque

$OCH^3—C^6H^4—CHO$

aldéhyde anisique.

Influence de la cyclisation sur l'odeur. — D'une façon générale la présence d'une chaîne cyclique dans la molécule favorise l'odeur. Le nom de « série aromatique » donné à la classe de corps possédant un noyau benzénique dans leur molécule, montre que l'on a toujours remarqué la fréquence de l'odeur dans cette série.

Nous sommes renseignés déjà sur les nombreux corps odorants que la série aromatique est susceptible de fournir.

La série hydrocyclique est particulièrement illustrée par les corps nombreux de la série terpénique si abondants dans la nature.

Elle contient aussi l'exemple le plus fameux de création réelle d'une odeur très fine et puissante par simple cyclisation de la chaîne linéaire.

En 1880, Tiemann, en Allemagne, et G. de Laire, en France, qui avaient déjà étudié avec succès le parfum de la vanilline, appliquaient leur activité à l'étude du principe odorant de la racine d'Iris. C'est seulement en 1893 que Tiemann et Krüger, connaissant de nombreuses propriétés de la cétone odorante qu'ils avaient isolée et appelée irone, tentèrent de reproduire artificiellement ce composé de formule $C^{13}H^{20}O$.

En condensant, d'après les méthodes que Claisen avait indiquées quelques années auparavant, le Citral avec l'acétone ordinaire, on obtiendrait précisément une cétone $C^{13}H^{20}O$.

$$C^{10}H^{18}O + C^3H^6O \rightarrow H^2O + C^{13}H^{20}O.$$

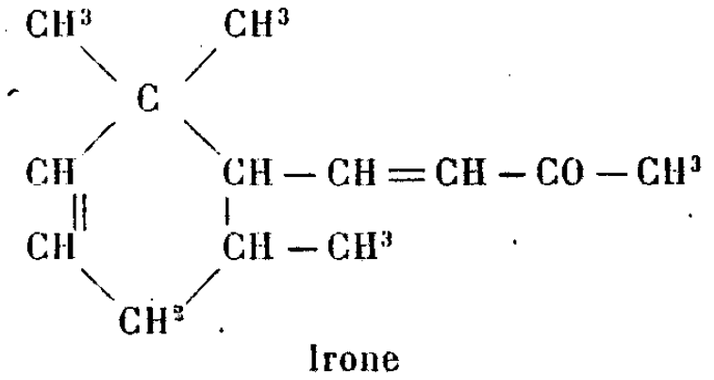
La condensation effectuée, l'acétone obtenue, les auteurs étaient en possession du composé

$$CH^3-C(CH^3)=CH-CH^2-CH^2-C(CH^3)=CH-CH=CH-CO-CH^3$$

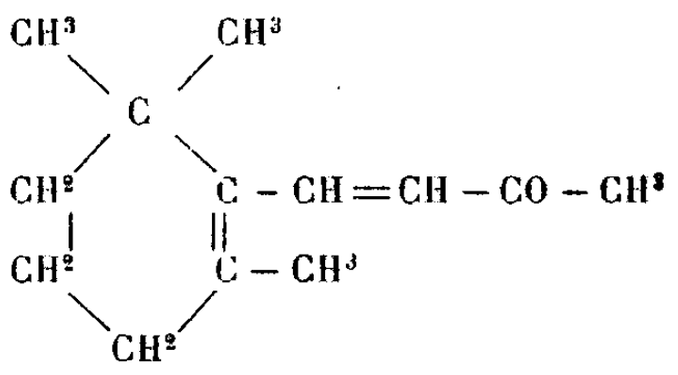
qui répond à la formule $C^{18}H^{20}O$ mais qui est inodore.

Ce n'est qu'à la suite de circonstances diverses et après avoir soumis la cétone acyclique appelée plus tard la pseudoionone à l'action de différents réactifs que Tiemann et Krüger transformèrent ce corps en un composé cyclique.

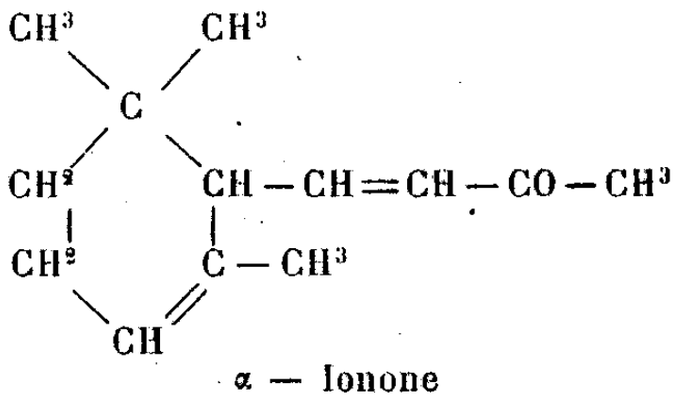
Le produit ainsi obtenu, de grande valeur odorante, n'était pas identique à l'Irone ; on l'appela ionone, puis on reconnut qu'il était composé d'un mélange de deux isomères cycliques, l'α et la β ionones



Irone



β — Ionone



α — Ionone

Importance de la place occupée par les osmophores dans la molécule. — a) *Cas de deux substitutions.* — L'odeur de composés qui contiennent plusieurs groupements osmophores dans leur molécule ne dépend pas seulement de l'existence de ces groupements, mais encore de leurs positions respectives.

Parmi les dérivés disubstitués du noyau benzénique, les isomèdes ortho et para sont odorants, les méta n'ont pas d'odeur.

On trouve dans la nature des spécimens des deux premiers dérivés et non des isomères méta.

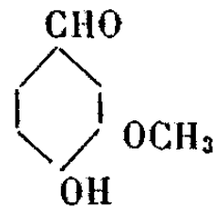
Nous avons déjà vu des exemples de tels composés : le salicylate de méthyle, l'anthranilate de méthyle, l'aldéhyde salicylique, l'orthoxyacétophénone, l'orthoazidobenzaldéhyde, la coumarine sont des corps odorants.

De même, la para méthoxyacétophénone, l'aldéhyde anisique, l'anéthol, l'estragol, etc...; mais ni la métaméthoxy, ni la métaazidoacétophénone ne le sont.

Bien entendu, tous les dérivés ortho et para ne sont pas doués d'odeur, la nature des groupements substitués a aussi son importance.

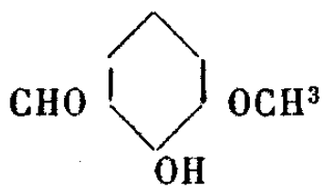
b) *Cas de trois substitutions.* — De nombreux composés trisubstitués sont des corps odorants de grande valeur. Ils sont en général du type 1. 3. 4. que G. Cohn dénomme « *Configuration idéale* ». Ce genre de substitution se rerouve en effet dans bon nombre de composés aromatiques et hydroaromatiques.

La vanilline en est un des types les plus im-



portants et son odeur est bien connue.

Pour que l'odeur de vanilline soit maxima, il faut que l'oxhydrile libre soit par rapport à la fonction aldéhyde en position para. Nous savons déjà, en effet, que l'isovanilline n'a qu'une odeur sans intérêt et l'orthovanilline qui se forme à côté de la vanilline dans les méthodes au gaïacol



est dépourvue d'odeur.

Des corps, tels que le thymol, l'eugénol, le safrol, le camphre, le pipéronal, le menthol, etc..., qui possèdent des odeurs intenses, sont substitués en 1. 3. 4.

Un autre exemple caractéristique de l'importance que peut avoir la place occupée par un osmophore, vis-à-vis des autres groupements substitués, appartient à la série hydroaromatique.

En 1909, Merling et Welde démontrèrent, en effet, en s'appuyant sur de nombreuses expériences, que les corps à odeur de violette dérivent des cyclocitrals, que la chaîne fermée est nécessaire à l'existence de l'odeur et qu'enfin l'intensité de cette odeur est proportionnelle à la quantité de groupes méthyle existant dans le voisinage du groupement aldéhydique qui entre en condensation.

Dans des noyaux plus substitués, tels que ceux des muscs artificiels, où 5 ou 6 atomes d'hydrogène du noyau benzénique sont remplacés par des groupements divers, il est remarquable que l'odeur de musc se retrouve toujours chez les composés dans lesquels existe un groupe pseudobutyle $-C\equiv(CH^3)^3$ et qui présentent en même temps qu'une cinquième substitution, au moins 3 osmophores NO^2 ou 2 NO^2 et un autre osmophore symétriquement disposés. Cependant il existe un musc dérivé de l'hydrindène qui, sans disposition symétrique dans sa molécule des 3 groupes NO^2 est cependant fortement odorant.

De la courte étude qui précède, il est permis de retenir que des relations entre la constitution chimique des corps et leur odeur existent bien réellement. On est alors tenté de grouper les faits observés et d'exprimer des règles qui tendraient à autoriser la prévision des propriétés odorantes. Mais on s'aperçoit que les termes d'une série font souvent exception à ces règles et que le nombre de ceux qui les vérifient ne permet pas de formuler de lois générales.

R. DELANGE.

REVUE INDUSTRIELLE

QUELQUES ÉCONOMIES POSSIBLES DE MAIN-D'ŒUVRE

Les pertes humaines très élevées de la guerre, l'application de la journée de huit heures dans l'industrie et les entreprises de transport, la nécessité de reconstruire les régions dévastées placent notre pays dans des conditions d'infériorité telles que la concurrence avec les autres nations présente de grandes difficultés. Nous deviendrons donc fatalement une puissance économique de second ordre si des moyens énergiques ne sont pas employés pour parer à la pénurie de main-d'œuvre.

Un premier moyen consiste à faciliter, temporairement tout au moins, l'octroi de larges dérogations à la durée légale de huit heures, (dérogations qui, pour la plupart, sont prévues par la loi) et surtout faire intervenir dans les chemins de fer, non pas la durée de présence, mais la durée effective du travail. Comme ces moyens sont d'ordre parlementaire et administratif, nous ne nous en occuperons pas ici et nous nous bornerons à indiquer quelques résultats intéressants obtenus par la substitution partielle de la machine à la main-d'œuvre humaine.

Toutefois, nous ferons remarquer au préalable que les économies de main-d'œuvre ainsi réali-

sées et qu'il est très souhaitable de voir généraliser, ne peuvent pas toujours, faute de ressources pour l'acquisition des machines souvent très chères, être appliquées dans toutes les usines et dans toutes les entreprises. Cette réserve faite, il faut appliquer, autant qu'on le peut, la règle suivante : ne jamais faire faire par un homme ce qui peut être fait plus économiquement et plus vite par une machine.

La réalisation de cet objectif est d'ailleurs le problème de la civilisation ; il suffit pour se rendre compte des avantages de l'emploi des machines au point de vue économies de main-d'œuvre, de jeter un coup d'œil sur la nature des travaux effectués dans plusieurs régions africaines. C'est ainsi que, pour abreuver leurs troupeaux, la meilleure partie de l'activité de certaines tribus est absorbée par l'élévation à bras d'homme de seaux permettant d'élever l'eau de puits profonds de 30 à 100 mètres.

M. René Chudeau, chargé de mission en Afrique occidentale française, a pu suivre, il y a quelques années, chez les Habes de Bandiagara le travail d'un tisserand : dans sa journée, sans qu'il perdît de temps, ce tisserand ne faisait qu'à peu près un mètre carré de cotonnade sous forme d'une bande large de 10 centimètres et longue de 10 mètres. Le coton nécessaire, égrené à la main et filé à la quenouille par les femmes, représentait aussi de nombreuses heures de travail mal employées.

Faisons remarquer à ce sujet que l'invention de l'égreneuse à scie pour le coton permet de remplacer avec une seule machine, le travail de 360 personnes. La fileuse et la tisseuse mécaniques ont causé une révolution analogue : ces trois machines réunies font le travail de 2.200 personnes.

Le transport par le portage humain est aussi une cause de gaspillage de temps considérable. Dans quelques-unes de nos possessions africaines, où, il est vrai, l'emploi d'animaux porteurs (bœufs ou chameaux) est impossible à cause des maladies qui déciment ces animaux, le portage à tête d'homme est seul appliqué. Or, un porteur fait une trentaine de kilomètres par jour, avec une charge de 25 à 30 kilog.; ce n'est que pour de courtes étapes qu'il peut augmenter le poids jusqu'à 50 et 60 kilog.

Heureusement que la construction de routes et l'établissement de chemins de fer sont venus, notamment à Madagascar et en Afrique occidentale, rendre un nombre important de ces porteurs aux travaux du sol.

L'ouverture de routes, qui a permis l'introduction de charrettes à Madagascar, a permis de libérer la presque totalité des 70.000 porteurs qui entraient chaque année à Tananarive.

Les transports journaliers, de 60 tonnes utiles, en moyenne, réalisés par le chemin de fer de Kayes au Niger, dont la vitesse n'est pourtant que de 30 kilomètres à l'heure, équivaut au labeur de 2.400 porteurs pendant dix jours.

Des essais récents d'utilisation des huiles végétales pour l'alimentation des moteurs semi-Diesel laissent espérer que, dans nos possessions du Sénégal et de la Côte d'Ivoire, où les matières oléagineuses sont produites abondamment, les tracteurs automobiles permettront la suppression presque entière de ce procédé barbare et peu économique qu'est le portage par homme.

En France, le développement de communications et le perfectionnement des locotracteurs permettent d'éviter le transport humain des charges ; toutefois, en vue d'atténuer la fatigue ouvrière et de réduire la main-d'œuvre, divers progrès sont à réaliser. Les plus importants de ces progrès résident dans la large application du halage électrique le long de nos rivières navigables et de nos canaux, et l'électrification de la plupart des lignes de notre réseau ferroviaire.

Electrification des chemins de fer. — L'électrification des chemins de fer est onéreuse comme frais d'établissement, mais les avantages qu'on en retirerait au point de vue économie de main-d'œuvre sont énormes. Dans une étude sur cette question, M. R. Paul, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, déclare qu'une dizaine d'hommes, dans une usine de 30.000 chevaux, par exemple, produiront autant de puissance que 300 ou 400 hommes dans une mine de charbon. Le transport de l'énergie électrique produite demande, lui aussi, beaucoup moins de main-d'œuvre que celui du charbon. En outre, le travail est incomparablement moins pénible et moins dangereux que celui des mines de houille.

L'électrification permet aussi :

1° La réduction du personnel de conduite, car au lieu de l'équipe de deux hommes actuellement nécessaire avec la machine à vapeur, un seul conducteur suffit pour la locomotive électrique;

2° Une réduction de personnel dans les dépôts, car il n'y a plus de charbon à charger, de nettoyage de machines à faire, d'escarbilles à enlever.

Transport des gares aux usines. — Certaines usines, qui n'ont pas d'embranchement avec le chemin de fer, sont parfois éloignées de plusieurs centaines de mètres de la gare d'arrivée. En ce cas, le transport du charbon jusqu'à ces usines peut être réalisé par camions automobiles.

Si la consommation de charbon est assez importante, on peut employer soit les wagonnets sur voie de 0 m. 60, soit les wagonnets roulant sur voie aérienne, ce qui permet d'aborder les courbes de plus faible rayon qu'avec les wagonnets roulant sur le sol.

On peut aussi utiliser les transporteurs à paniers, dont le type, dit « Peck carriers », décrit par M. Négrier (1), est applicable non seulement au charbon mais à une foule d'autres matières. Ce transporteur est constitué par une série de paniers métalliques A (fig. 51) suspendus par un pivot à deux chaînes sans fin. Le panier reste donc toujours dans la même position verticale, sauf, comme on le verra ci-après, au moment où l'on veut qu'il y ait basculement.

Pour maintenir cette position des paniers au moment d'un changement de direction, les galets de roulement de chaque chaîne ne sont pas dans l'axe des paniers, mais en avant de cet axe, en A ; quant au maillon rigide de chaque chaîne, il réunit non seulement deux galets, mais dépasse le second galet, allant ainsi jusqu'à l'axe du panier. Les galets sont ainsi montés sur les maillons, mais totalement indépendants du panier lui-même. On voit ainsi que, lorsque les galets s'enroulent sur une poulie de direction B, les paniers restant attachés par leur anse seront toujours indépendants et, suivant le mouvement de translation, ne viendront pas buter les uns contre les autres.

Le chargement de ce transporteur se fait au moyen d'une trémie, qui déverse le charbon dans les paniers pendant que les chaînes suivent une direction horizontale ; chacun des paniers est muni d'une saillie permettant un emboîtement parfait et évitant la chute du charbon dans les interstices pendant le chargement.

Les galets de la chaîne roulent sur des fers en I, soutenus par des supports espacés de 1 m. 80; ces supports soutiennent une seconde série de rails sur lesquels circule une masse de fonte M ayant à peu près la forme d'un accent circonflexe et qui contitue le déchargeur ; comme chaque godet est muni d'un segment V venu de fonte et correspondant à peu près à un arc de circonférence, on voit que cet arc rencontre le déchargeur et provoque le basculement du panier.

Parallèlement aux rails sur lesquels circule la grue ou le derrick se trouvent les voies sur lesquels sont les wagons à remplir.

Lorsqu'une usine est située le long d'un canal, il est inutile d'avoir une grue ou un derrick mobile. Il suffit, en ce cas, de faire mouvoir le chaland le long de la grue. On peut aussi avoir les accumulateurs de charbon à une distance suffisamment rapprochée pour que la benne soit vidée directement dans les accumulateurs de charbon ou dans une trémie alimentant un transporteur conduisant le charbon aux accumulateurs. Si l'usine n'est pas d'une très grande importance et que les générateurs de vapeur soient peu éloignés du bord du canal ou de la rivière, on élève le charbon au moyen d'une benne qui est remplie dans le chaland et vient se vider dans un réservoir métallique suspendu directement au-dessus des chaudières. Une simple trappe fait tomber le charbon dans le chargeur du foyer automatique.

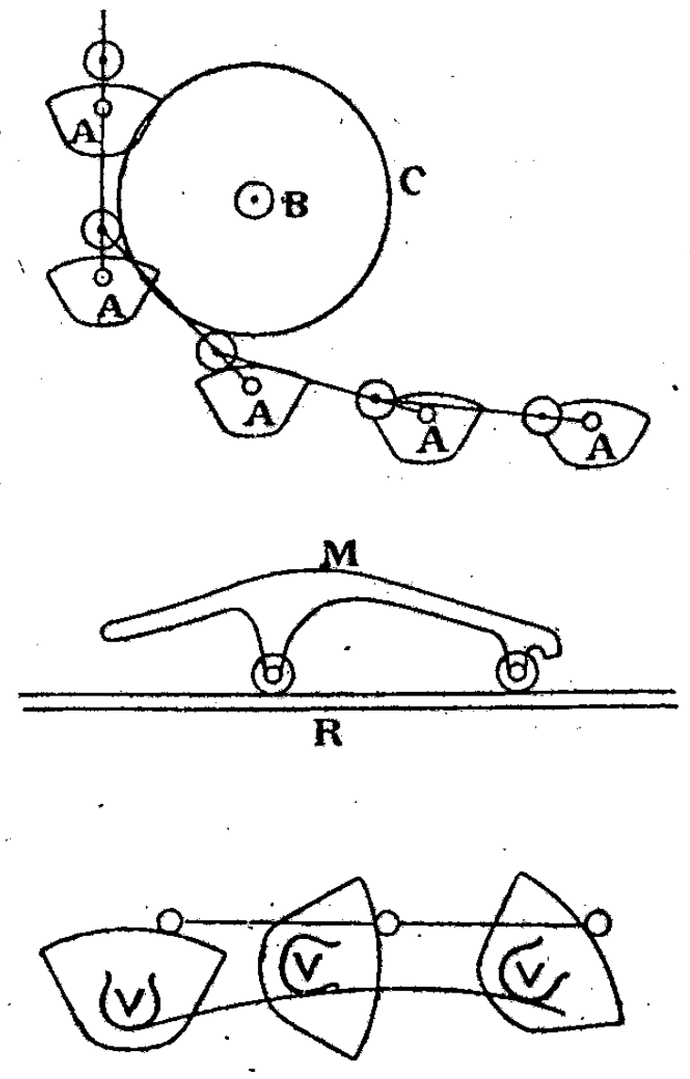


Fig. 51. — Transporteur à paniers système « Peck carriers ».

Lorsqu'il s'agit du charbon arrivant par voie de terre, le contenu des wagons est déchargé dans une trémie alimentant un transporteur qui élève le charbon et le déverse dans les trémies

(1) Organisation technique et commerciale des usines, Dunod, Éditeur, 1918.

supérieures alimentant les accumulateurs de charbon.

Dans certains cas, il est nécessaire de broyer le charbon à son arrivée et, alors, la trémie qui se trouve au-dessous du wagon d'arrivée alimente elle-même le broyeur; le charbon broyé est élevé par le transporteur jusqu'aux trémies des accumulateurs.

Chargement, déchargement et manutention. — Il ne suffit pas de transporter les matériaux, matières premières ou denrées d'un point à un autre ; il faut encore procéder au chargement, déchargement et aux diverses manutentions qu'exigent les objets et matières en cours de fabrication.

Pendant ces dernières années, la nécessité de fabriquer beaucoup et très vite a développé l'introduction, dans notre pays, d'appareils de manutention qui, tout en ménageant les forces de l'ouvrier, valorisent sa main-d'œuvre. C'est ainsi, comme cela a été envisagé plus haut, que des installations remarquables ont été réalisées pour que le déchargement des charbons arrivant par voie d'eau ou par voie de terre se fasse avec le moins de main-d'œuvre possible. Lorsque le charbon arrive par bateau, on utilise des grues ou des derricks munies chacune d'une benne preneuse et capables de se déplacer sur rails le long des quais.

On a souvent à décharger des matières qui ne craignent pas les chocs. En ce cas, le déchargement des camions peut être rendu très rapide grâce au basculage qui permet d'élever la partie antérieure de la caisse du camion. Divers types d'élévateurs se placent sur n'importe quel châssis de camion et permettent en moins d'une minute, de décharger le camion.

Nous allons maintenant passer en revue quelques moyens particuliers permettant de réaliser des économies de main-d'œuvre dans diverses industries.

Usines métallurgiques. — Dans la plupart des hauts-fourneaux français métallurgiques de l'Est et du Nord, on avait déjà réalisé pendant les dernières années qui précédèrent la guerre, le chargement automatique des gueulards des hauts-fourneaux et supprimé par conséquent les postes de rouleurs du haut ; de même dans les aciéries, on employait le chargement mécanique des fours Martin; dans les laminoirs, avait lieu mécaniquement aussi le transport des lingots et diverses manipulations pendant le laminage, le cisaillage et le chargement des produits du train.

M. Tribot-Laspierre indique (1) qu'en 1914, avec des équipes de 12 heures pour une de nos grandes usines françaises, une batterie de sept fourneaux, produisant 1.150 tonnes de fonte par jour, nécessitait 217 hommes pour chacune des équipes, soit 89 hommes aux fourneaux proprement dits, 14 aux machines, 26 aux soufflantes, 50 aux manipulations de matières premières, 10 aux locomotives, 3 aux laboratoires de chimie et le reste à divers services ; 58 autres personnes étaient employées, le jour seulement, aux travaux d'entretien et de comptabilité. C'est, au total, un bataillon de 492 hommes.

Avec des fourneaux de modèle un peu ancien, il fallait beaucoup plus de personnel. C'est ainsi qu'on comptait 100 à 120 hommes environ pour un fourneau datant de 10 à 12 ans et produisant 40.000 tonnes par an.

Faisons remarquer qu'avec l'application de la journée de huit heures les 492 hommes indiqués ci-dessus ont dû être augmentés si l'on a voulu obtenir la même production. MM. F. Poncet et Emile Miraux indiquent que dans les usines métallurgiques à feu continu pour maintenir la même production journalière sous le régime de la loi de 8 heures, il a fallu augmenter l'effectif dans la proportion de 45 à 50 %.

On a vérifié l'intérêt qu'il y a à recourir aux électro-aimants dans les appareils de levage, treuils de ponts-roulants, palans de grues, grues pour la métallurgie.

L'aimantation de l'électro-aimant réalisée temporairement et à volonté grâce au passage du courant permet de soulever et de déplacer des pièces qui, faisant fonction d'armatures, adhèrent aux pôles.

Aussi peut-on, par ce procédé, manutentionner facilement des gueuses et des lingots, des ferrailles, des rognures, des tournures, des rails, des poutrelles, des barres et des tôles.

Fonderies. — Dans les fonderies la manutention mécanique a été l'objet de dispositifs très ingénieux. Le métal fondu est versé dans des récipients suspendus à un trolley qui traverse la fonderie sur toute sa longueur.

Le sable à mouler est emmagasiné au plafond dans une trémie dont la valve permet un déchargement direct dans les moules. Quand les moules sont finis, ils sont placés sur une tablette spéciale qui existe sur le transporteur et qui les emmène jusqu'à l'homme qui doit y verser le métal fondu. Le moule est en mouvement

(1) L'industrie de l'acier en France. Librairie Vuibert, Paris, 1918.

continu, même pendant qu'on le remplit et jusqu'au moment où on démoule la pièce fondue. La pièce est mise de côté et à refroidir et les moules sont accrochés au transporteur pour être renvoyés aux ouvriers mouleurs. Le sable de démoulage passe au travers d'une grille du plancher sur un transporteur à courroie, puis il est, de là, déversé dans un réservoir, où il est mélangé avec du sable neuf.

Ateliers de construction mécanique. — L'introduction de machines pneumatiques dans le travail des métaux, l'utilisation des vis télescopiques pour le rappel rapide des chariots de tours, l'emploi dans les ateliers d'emboutissage de machines qui, au lieu de découper les flans ou de faire séparément les 3 ou 4 passes nécessitées réalisent ces opérations en une seule fois, l'emploi de palans électriques comportant des appareils de préhension ou grappins saisissant la pièce à travailler pour la déplacer commodément, l'utilisation judicieuse des transporteurs à roulettes et de voies aériennes, ont permis de vaporiser le travail de l'ouvrier et d'accroître sa production.

Lorsque les pièces à travailler ont à passer successivement à plusieurs machines, on les déplace automatiquement grâce à des tabliers roulants, des toiles sans fin, des plans inclinés, des basculeurs, des transporteurs de divers types.

Travaux publics. — Dans les chantiers importants on fait usage, depuis quelques années, de pelles à vapeur, pour exécuter mécaniquement les fouilles et d'excavateurs ayant comme organe principal une chaîne sans fin à godets, qui sert à la fois à fouiller les terres, à les élever et à les déverser dans un couloir qui les conduit à des wagons. Des essais de transport automatique aux points d'utilisation du béton fabriqué par bétonnières à grande production ont donné de bons résultats.

Il n'est pas douteux que des chantiers de moindre importance pourraient faire usage de machines économisant la main-d'œuvre ; mais cette amélioration dépend en grande partie de la distribution de force électrique qui malheureusement n'existe pas partout.

Travaux du batiment. — Plusieurs entrepreneurs travaillant dans les régions dévastées ont adopté un outillage facilitant l'évacuation des déblais et la construction des bâtiments. Il convient de signaler les bennes preneuses, les grues et les voies Decauville pour enlever et transporter les déblais, les binards et camions automobiles pour conduire les matériaux du lieu de débarquement ou de la carrière aux points d'utilisation, les monte-briques, les sapines actionnées par moteur à gaz ou moteur électrique, les mâts-grues pour le bardage et la montée des matériaux dans les constructions d'édifices importants, les échafaudages susceptibles d'être montés et démontés rapidement.

Industries textiles. — Un peu avant la guerre, on avait augmenté le nombre des métiers que conduit un seul ouvrier ; on avait installé des métiers automatiques dans plusieurs établissements, multiplié des métiers à filer continus, substitué le débourrage automatique des cardes à coton au débourrage à la main, etc...

Pendant la guerre, les rapports des Inspecteurs du travail signalent l'introduction dans l'industrie cotonnière de cannetières anglaises, de machines à passer automatiquement les fils au peigne, d'encolleuses remplaçant les ouvriers spécialistes et diminuant le personnel, la surveillance de quatre métiers par un seul ouvrier, l'installation dans les tissages de soieries de métiers automatiques, système *Northrop,* dont l'emploi avait été jusqu'ici limité au tissage de tissus de consommation courante.

Tanneries. — L'équipement mécanique de quelques tanneries a été réalisé. Sa généralisation est corrélative de l'extension prise par les nouveaux procédés de tannage : plus le tannage est hâtif, plus les façonnages doivent être rapides, c'est là, la double condition d'une production intense avec le minimum de main-d'œuvre.

Dans une note publiée par M. Perret, dans le *Bulletin de l'Inspection du Travail* (année 1917) nous trouvons les renseignements intéressants ci-après sur les dispositions prises dans une tannerie pour économiser la main-d'œuvre.

On sait que « le travail dit *de rivière* dans les tanneries comprend les opérations suivantes :

1° Les peaux brutes sont trempées dans un bassin contenant de l'eau pure pour être dessalées : ces bains sont dits, *bains de détrempe ;*

2° Les peaux sont ensuite passées au *pelain,* c'est-à-dire plongées dans des bassins contenant de l'eau de chaux dont le degré de concentration va croissant ; cette opération a pour but de diminuer l'adhérence du poil à la peau;

3° Les peaux sont alors soumises à l'*ébourrage,* opération pratiquée par des ouvriers qui, à l'aide de couteaux, tenus à deux mains comme des hachoirs, mais manœuvrés parallèlement à la peau étendue sur un chevalet, détachent le poil de la peau ;

4° De là, les peaux, après avoir été trempées dans un bassin pour être nettoyées, sont remises aux *ouvriers écharneurs*, ceux-ci, pourvus de couteaux analogues à ceux des ébourreurs, séparent le cuir de la partie charnue qu'ils font tomber;

5° Les *ouvriers façonneurs* râclent alors la peau pour enlever le *mordpoil,* petite bourre que n'a pu faire disparaître l'ébourrage :

6° Après quoi, les peaux sont soumises au foulonnage et envoyées au tannage.

Le tannage (*travail de basserie*) comporte le trempage des peaux pendant un laps de temps variable, dans une série de bains où elles sont soumises à l'action des matières tannantes.

Les diverses opérations qui viennent d'être signalées étaient, avant la guerre, pratiquées à la main dans les tanneries, même importantes, telles que les tanneries *Fortier-Beaulieu,* à Roanne, occupant environ 200 ouvriers.

Voici les modifications qui ont été apportées à l'organisation du travail de cet établissement, en vue de parer aux difficultés provenant de la pénurie de main-d'œuvre.

Les opérations de détrempe et de passage des peaux au pelain, au lieu d'être effectuées à la main, peau par peau, le sont mécaniquement ; les peaux sont placées au nombre d'une vingtaine sur des cadres pourvus de crochets à leurs quatre coins et sont saisis par les chaînes d'un pont roulant soit pour la plongée dans les bains, soit pour l'extraction.

L'ébourrage à la main est supprimé ; à cet effet les peaux sont soumises dans des bains dits *pelains* à une action plus énergique, qui permet de faire tomber le poil par simple passage des peaux dans un foulon où elles sont placées collectivement et remuées mécaniquement.

L'écharnage à la main est remplacé par l'écharnage à la machine pourvue de cylindres à lames hélicoïdales tournant à 1.800 tours à la minute et qui effectue avec une régularité beaucoup plus grande que la main de l'ouvrier la délicate opération de l'écharnage.

Le façonnage à la main est remplacé par le façonnage à la machine. Cette machine est constituée essentiellement par une courroie sans fin portant de distance en distance, à intervalles rapprochées, des pierres semblables à des pierres à aiguiser ainsi que des fers alternant avec ces pierres. Les peaux sont soumises à l'action de ces outils sous lesquels elles sont avancées à l'aide d'un chariot.

Au travail de basserie, l'immersion et l'extraction individuelle des peaux ont été remplacées par des procédés de manutention collective effectuée mécaniquement.

Antérieurement, pour travailler 130 peaux par jour, il fallait, au travail de rivière : 3 ouvriers à la réception, 2 à la détrempe, 3 au pelain, 9 à l'ébourrage, 11 à l'écharnage, 9 au travail de façonnage, 2 aux foulonnages, soit au total 39 ouvriers.

Actuellement pour assurer la même production, suffisent 10 ouvriers: 2 à la réception (payés aux pièces) ils font le travail de 3 ouvriers à la journée) ; 4 qui se partagent entre les opérations de détrempe mécanique, pelain mécanique et écharnage des têtes qui ne peut se faire mécaniquement à cause de l'irrégularité du profil de cette partie de la peau ; 2 au façonnage, 2 aux foulonnages.

Pour le travail de rivière de 130 peaux, il y a donc économie de 39—10=29 ouvriers.

Antérieurement le travail de basserie exigeait 30 hommes. Actuellement 14 assurent le même travail.

En *corroirie* l'opération du cylindrage a pour but, après teinture du côté chair et du côté fleur, de rendre les surfaces très lisses et de préparer les peaux autres que celles tannées au chrome, à tous les emplois : doublures et dessus de chaussures, empeignes, tiges, bourrellerie, sellerie, maroquinerie, vêtements, carrosserie, gainerie, etc... M. Barret, signale (1) l'emploi d'une machine à cylindrer, imaginée il y a quelques années par M. Catala, mégissier à Graulhet, qui a le triple avantage de procurer une augmentation sensible de la production, de suppléer à l'insuffisance de main-d'œuvre en permettant d'employer des manœuvres spéciales si les professionnels font défaut et à amener la suppression presque totale des accidents du travail.

Fabrication des ciments. — Avant la guerre, la Société J. et A. Pavin de Lafarge avait substitué l'extinction automatique de la chaux cuite à l'extinction à bras par arrosoir et le transport mécanique de la chaux mouillée dans les chambres d'extinction au remplissage de ces chambres à la pelle qui suivait l'extinction à bras d'hommes.

Un progrès réalisé pendant la guerre à la même usine de Lafarge et qui a permis d'économiser 40 à 50 hommes a été signalé par M. Lenoble (2). Dans ce but, les grappiers sont con-

(1) Bulletin de l'Inspection du Travail et de l'Hygiène industrielle, année 1920, page 250 et suivantes.

(2) Bulletin de l'Inspection du Travail et de l'Hygiène industrielle, année 1917, p. 283 et 284.

duits mécaniquement et immédiatement des appareils à bluter jusqu'aux broyeurs : là ils sont réduits en poudre de ciment et cette poudre est amenée automatiquement par des vis sans fin en gaines étanches dans des extincteurs, grands cylindres tournant lentement et où arrive de la vapeur d'eau ; sous l'action de cette vapeur, la chaux contenue dans le ciment est éteinte complètement et rapidement, grâce à la grande surface d'absorption que présente la poudre en ro-

Usines a gaz. — L'utilisation de la gravité permet en matière de chargement et de déchargement d'économiser une main-d'œuvre importante. C'est ainsi que dans les usines à gaz, avec les fours à chambre inclinée du type Ries (fi. 52), le travail de chargement et de déchargement est simplifié. Le charbon est amené par un convoyeur dans la trémie T placée au sommet du bâtiment et passe ensuite dans la chambre C, inclinée à 35°, au moyen d'un appareil D qui circule tout

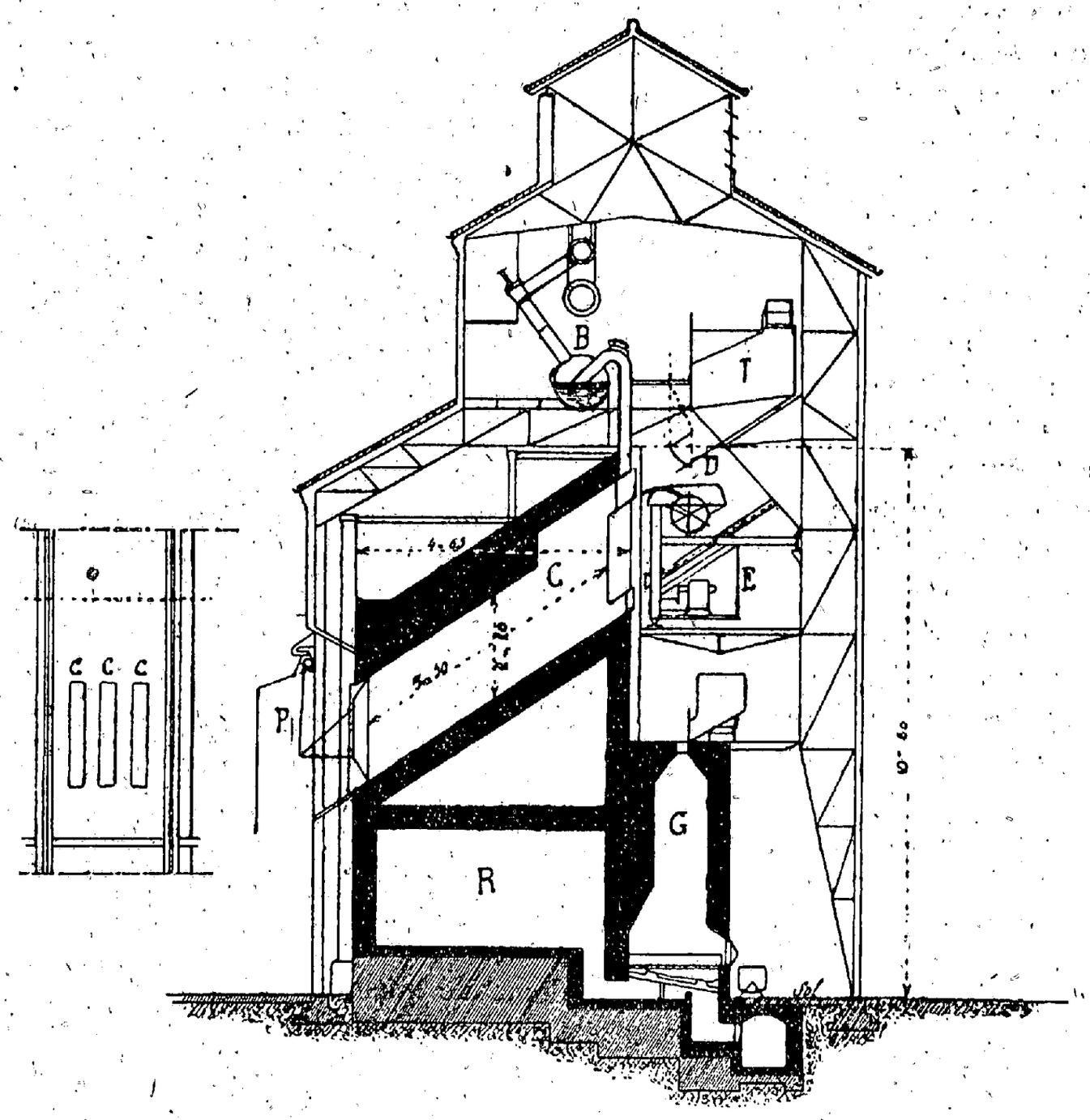


Fig. 52. — Four à chambre du type Riees.

tation et le ciment, à la sortie des extincteurs est prêt à être livré sans danger de gonfler à l'usage.

Signalons aussi, pour mémoire, que l'utilisation pour la cuisson de Portland artificiel du four rotatif mis au point en Amérique par un Français, M. Giron, a conduit à une économie importante de main-d'œuvre.

Beaucoup plus récente est l'utilisation d'appareils automatiques d'ensachage et de pesée ainsi que l'installation de silos dont l'approvisionnement et la vidange s'effectuent automatiquement.

le long de la batterie sur un monorail et qui n'est autre qu'un chariot de raccordement de la trémie à l'orifice de la chambre. Le four est chauffé par le gazogène G et les produits de distillation de la houille s'échappent par le barillet B. Une porte P permet la sortie du coke, qui doit s'effectuer normalement suivant les lois de la pesanteur.

En pratique il n'en est pas toujours ainsi ; aussi a-t-on prévu un appareil de déchargement E, sorte de poussoir mécanique pouvant donner l'impulsion première pour mettre la

masse en mouvement lorsque la cokéification n'est pas complète et qu'un accrochage se produit dans la chambre.

Les portes P du four sont maniées par un treuil actionné électriquement. Une importante économie de personnel a été réalisée par l'adoption de ces fours.

INDUSTRIES DES EAUX MINÉRALES ET EMBOUTEILLAGE DES LIQUIDES. — La Compagnie des Eaux minérales de St-Galmier a réalisé des économies notables de main-d'œuvre dans ses établissements par l'emploi de rinceuses perfectionnées affectées les unes aux bouteilles neuves et les autres aux bouteilles usagées, par l'embouteillage au moyen de machines rotatives, par le bouchage ou capsule mécanique, et par l'utilisation de transporteurs mécaniques formant un circuit enfermant tous les postes de travail.

M. Perret signale que, grâce à ces améliorations, on a pu avec 110 ouvriers au lieu de 230 (non compris 25 emballeurs en gare, supprimés par suite de l'expédition des bouteilles en vrac sans emballage) obtenir 36 millions de bouteilles d'eaux minérales au lieu de 22 millions par an.

Les dispositifs en question pourraient être facilement appliqués dans les brasseries, fabriques de limonades, eaux gazeuses, etc...

AGRICULTURE ET INDUSTRIES RURALES. — C'est surtout dans les exploitations agricoles et viticoles que la main-d'œuvre fait défaut. De nombreuses causes ont provoqué ce fâcheux résultat. Déjà avant la guerre l'exode des campagnes vers la ville était signalé et provenait de ce que la culture était peu rémunératrice. Pendant la guerre ce sont les cultivateurs qui ont eu aux armées les pertes les plus fortes et après la guerre l'application de la loi de huit heures dans les chemins de fer a nécessité l'emploi de plus de 100.000 agents supplémentaires pris en grande partie dans les campagnes. Aussi la pénurie de main-d'œuvre agricole est une véritable calamité qui peut seulement être atténuée par la culture mécanique, là où le morcellement de la propriété et la dénivellation trop grande du sol ne font pas obstacle à cet emploi. C'est ainsi que dans la culture de la betterave, l'emploi des bineuses et des arracheuses de betteraves permet les travaux avec un personnel réduit.

Un autre espoir reste, c'est l'application de l'électricité aux petits travaux de ferme et aux gros travaux des champs.

Voici, d'après M. Louis Barbillion (1), les travaux agricoles qui pourraient être effectués électriquement le jour où la distribution de force électrique existera dans nos villages et nos fermes.

« 1° Lavage et manutention, utilisant les grues à paille et à fourrage, petits monte-charges à fourrage ;

2° Pompage avec pompes d'eau d'alimentation, pompes de drainage et d'irrigation, pompes pour purin, pour transvasements de caves ;

3° Préparation des aliments pour les bestiaux, par coupe-racines, laveurs de racines, broyeurs de tourteaux, hache-paille ;

4° Service d'appareils divers : moulins à farine, tarares, trieurs de semences, presses à fourrage, machines à laver le linge.

L'application de l'électricité à la basse-cour comporte le chauffage électrique des couveuses et des éleveuses. Pas de risque d'incendie. Pour une couveuse de 100 œufs, il faut compter une dépense de 180 à 200 watts, l'éleveuse demandant environ 250 watts.

Pour la fabrication du vin, on utilise un égrappoir mû électriquement. Les grains et les jus sont déversés dans les cuves par un élévateur à godets et une pompe. Ces appareils ne fonctionnent pas simultanément, et un moteur de 2 à 3 chevaux suffit (ces installations sont supposées produire 200 à 300 barriques).

Pour la fabrication du cidre on emploie un coupe-pommes (moteur de 1/2 à 3/4 de cheval. »

Signalons aussi le labourage électrique qui aurait été trouvé plus économique que le labourage par chevaux et bœufs ou à vapeur. Dans un domaine de 500 hectares, ce mode de labourage aurait permis d'économiser vingt chevaux ou trente bœufs et dix hommes.

L'aboutissement de lignes de transport de force dans la campagne aurait aussi une heureuse répercussion sur le fonctionnement des ateliers ruraux de charpentiers, menuisiers, charrons. Les patrons de ces ateliers ne trouvent plus d'ouvriers et sont dans l'impossibilité de livrer à temps tous les travaux qui leur sont demandés. Or, la commande par moteur électrique d'une scie à ruban, d'une scie circulaire, d'une dégauchisseuse ou d'un tour permettrait ainsi aux braves artisans de nos bourgs et villages d'effectuer avec un personnel très réduit les travaux neufs ou les réparations qui leur sont demandés.

(1) Conférences de 1917 sous les Auspices de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

Autres entreprises. — Il serait trop long de décrire les dispositifs à appliquer dans toutes les industries pour économiser la main-d'œuvre. Ceux qui viennent d'être examinés servent d'exemple.

Nous signalerons cependant que la Société générale de coutellerie et d'orfévrerie de Thiers a économisé une main-d'œuvre importante en substituant, l'estampage au marteau-pilon de la lame, à la forge à la main beaucoup moins rapide, par l'utilisation des machines à émoudre et à polir et en réalisant le façonnage et le perçage des manches avec des machines à percer et à fraiser.

Nous mentionnerons aussi :

1° L'emploi des fours tournants dans les fabriques de produits chimiques, comme cela avait été réalisé dans la fabrication du ciment ;

2° Le remplaçage dans plusieurs malteries importantes du pelletage de l'orge à la main par le pelletage au moyen d'appareils mécaniques mus électriquement ;

3° La substitution au broyage par meules des fabriques de porcelaine (1), du broyage par moteurs à cylindres dans lesquels des galets de mer de 6 à 8 centimètres de diamètre et d'un poids légèrement supérieur au poids du mélange à broyer sont introduits dans un cylindre avec la matière, de telle sorte que, le tout étant mis en rotation, les galets projetés broient et pulvérisent la masse en un temps restreint ;

4° L'emploi dans l'industrie du vêtement de machines spéciales à couper, mues par l'électricité ; dans les fabriques d'ocre, des machines alimentant automatiquement le moulin; dans les fabriques d'artifices, d'un système de charge mécanique pour remplacer la charge à la main des fusées éclairantes; dans la fabrication des caisses, de la machine à clouer.

Des modes spéciaux d'organisation du travail permettent, sans accroître la main-d'œuvre, d'augmenter la production. Le *Bulletin du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale* de novembre-décembre 1918 signale « qu'une société de constructions navales qui occupe 2.000 personnes, paye les salaires selon le système Taylor, à environ 50 % du personnel. Adopté en février 1917, puis étendu en mai, ce système fut généralisé dans tous les ateliers. Voici comment on opère. Le temps nécessaire à exécuter un travail est chronométré par des agents du bureau de fabrication qui font eux-mêmes ce travail, il est exécuté ensuite par un ouvrier dit *moniteur* et chronométré sur ce dernier en distinguant exactement les temps productifs et les temps improductifs (mise en place et enlèvement de la pièce, affutage des outils). La somme de ces temps est généralement augmentée de 30 % ou plus, suivant la valeur professionnelle de l'exécutant ; pour les enfants et les femmes, cette augmentation varie entre 40 et 65 %. L'économie sur les temps accordés constitue le bénéfice de l'ouvrier ; si, par exemple, il exécute, en 25 heures, un travail pour lequel on lui accordait 27 heures, il reçoit en plus le salaire de 2 heures ; avec ce système, l'augmentation des salaires peut atteindre jusqu'à 15 %.

L'application des mesures préventives contre les accidents du travail et des prescriptions hygiéniques dans les industries où les ouvriers sont exposés à des maladies professionnelles diminue les traumatismes et les jours de maladie, ce qui permet de conserver une main-d'œuvre importante. Mais cette question ne rentre pas directement dans le cadre de cette étude et il faudrait un article spécial pour la traiter.

En se bornant ici à la question si importante de la substitution de la machine au travail humain, nous concluons à la nécessité, plus grande maintenant que jamais, de faire converger la technique et la pratique vers la recherche d'un outillage qui, tout en ménageant les forces humaines, accroisse la production et diminue les prix de revient.

Paul Razous,
Lauréat de l'Institut,
Membre de la Société des Ingénieurs Civils,
Licencié ès-Sciences mathématiques
et Physiques,
Ancien Inspecteur départemental du travail
dans l'industrie.

(1) Note de M. Robert dans le Bulletin de l'Inspection du Travail. Année 1918 page 243.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1922).

Théorie des Nombres. On doit à Hermite une méthode d'approximation des irrationnelles qnadratiques ω, qui a été étendue plus récemment par G. Humbert; la représentation géométrique de M. G. Humbert reposait sur cette propriété : pour que $p : q$ soit fraction d'Hermite, il faut et il suffit que la droite $x = \omega$ coupe l'une des hauteurs des triangles de Stephen Smith de sommet $p : q$. Or, comme l'observe M. *G. Valiron*, on peut remplacer les hauteurs des triangles par d'autres lignes brisées aboutissant aux sommets, pourvu que toute droite $x = \omega$ coupe une infinité de ces lignes. En particulier, on obtient ainsi des fractions donnant l'approximation $1 : 2q^3$ ou l'approximation canonique $1 : \sqrt{5}q^2$.

Analyse. 1. M. *Riquier* montre que, suivant qu'un système aux dérivées partielles est linéaire ou non, la recherche de ses intégrales singulières revient à examiner si une relation finie ou différentielle fournit des solutions de l'équation.

3. Dans une seconde Note, il utilise sa théorie des variables cotées pour étendre les propriétés de l'intégrale générale des équations différentielles et de l'intégrale complète des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

2 et 6. M. *Torsten Carleman* se propose de trouver les conditions (S) en vertu desquelles une fonction $f(z)$ de la variable $z = re^{i\theta}$, holomorphe pour $r > R$, $-\alpha\frac{\pi}{2} < \theta < \alpha\frac{\pi}{2}$ est déterminée d'une manière unique par sa série asymptotique $\Sigma \frac{c_\nu}{z^\nu}$. Posons.

$$f_n(z) = z^n f(z) - c_0 z^n - \ldots - c_{n-1} z$$

Les inégalités $|f_n(z)| \left(\cos\frac{\theta}{\alpha}\right)^m < k^n [\beta(n)]^{\alpha n}$

(où $k > 0$ et $m > 0$ peuvent varier d'une fonction à l'autre) constituent précisément un système de conditions (S). Ce résultat comporte une application importante au problème des moments,

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x \, d\alpha(x) = c_\nu :$$

ce problème n'admet qu'une solution si $\Sigma |c_\nu|^{-\frac{1}{\nu}}$ diverge.

Dans une seconde Note, l'auteur retrouve et généralise des résultats obtenus récemment par M. Hamburger, relativement à ce dernier problème.

4. Les équations $r + f(x,y,z,p,q) = 0$ peuvent se répartir en 2 classes; parmi celles de la première classe, il en est qui n'admettent aucune involution d'ordre ≤ 3; elles se réduisent alors aux équations de Monge-Ampère; M. *Gosse* indique à ce propos diverses catégories d'équations de la première classe.

5. Soient g un groupe de transformations birationnelles à s variables x_j, défini par s transformations infinitésimales, et G un groupe (isomorphe à g), de transformations birationnelles laissant invariante une multiplicité algébrique $F(y_1, \ldots, y_{s+1})$. Cela étant, M. *H. Mineur* étudie la correspondance $y = f(x)$ ainsi définie et énonce divers résultats sur l'uniformité de ces fonctions. Les transcendantes elliptiques et abéliennes en sont des cas très particuliers.

Géométrie infinitésimale. M. *Bertrand Gambier* complète les résultats d'Ossian Bonnet et de M. Hazzidakis sur les surfaces applicables avec égalité des rayons de courbure principaux.

Elasticité. Précédemment, M. *Sudria* avait établi pour un nombre fini de points chargés le théorème suivant : de toutes les déformations virtuelles admissibles pour des systèmes isotropes chargés brusquement, celles pour laquelle l'énergie cinétique virtuelle est maximum est la déformation d'équilibre. Or, comme le montre l'auteur, le théorème est applicable aux charges continues.

Gravitation einsteinienne. M. *Marcel Brillouin* étend aux sphères fluides hétérogènes les résultats obtenus par M. Schwarzschild pour les potentiels de gravitation des sphères homogènes. Sa méthode fournit toutes les grandeurs physiques intéressantes : densités, longueurs radiales, volumes de couches, propriétés radiales ; elle établit que, pour une *atmosphère*, le ds^2 ne coïncide pas, au loin, avec celui d'un Univers de Minkowski ; l'étude des atmosphères est donc plus difficile qu'avec la loi de Newton.

Physique mathématique. En étudiant les actions électromagnétiques qui s'exercent dans un système isotrope, P. Duhem remarquait que sa théorie suppose essentiellement que les courants sont distincts des aimants. Mais, comme le montre M. *Louis Roy*, on peut établir que les formules de P. Duhem subsistent encore dans ce dernier cas.

Mécanique appliquée. M. *Georges Remoundos* fait observer que, si la solution publiée récemment par M. Goursat à propos du problème de la poussée des terres est plus simple que la sienne propre, cela tient à ce que M Goursat a traité, non pas les véritables équations du problème, mais les équations de la Note antérieure de M. Remoundos, qui étaient entachées d'une faute d'impression.

Calcul des probabilités. Supposons que les lois de probabilité qui régissent les erreurs élémentaires satisfassent à

$\int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = 0$, et $m < \eta$, (avec $m^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 dF(x)$;

et η, nombre positif très petit ; supposons enfin que, relativement à ces erreurs élémentaires, les conditions obtenues récemment par M *Paul Lévy* soient vérifiées (à une modification près dans la rédaction, qu'il signale lui-même). S'il en est ainsi, on peut dire, en gros, que l'erreur résultante suit, à la limite, la loi de Gauss.

Astronomie. M. *Gaston Bertrand* étudie la rotation du périhélie d'une planète et la déviation de la lumière dans le cas où l'on adopte pour la gravitation la loi électrodynamique de Riemann ; il résulte de ses calculs qu'une extrême précision sera nécessaire dans les mesures lorsqu'on voudra décider entre Einstein et Riemann.

Nomographie. 1. M. *W. Margoulis* montre comment l'emploi de transparents orientés permet de traiter, par une seule opération, et sans systèmes surabondants, des équations rebelles, jusqu'ici, aux abaques usuels ; ces transparents constituent d'ailleurs des généralisa-

tions de nomogrammes connus ; ils permettent de résoudre et de discuter de nombreuses formules d'Aviation.

2. M. *Maurice d'Ocagne* fait ressortir le grand intérêt de ces transparents ; il rappelle comment divers Auteurs, tels que le Capitaine Batailler, avaient utilisé le même principe, mais dans des cas particuliers. Puis, il montre comment les nomogrammes de M. Margoulis se rattachent à la théorie générale qui a permis à M. d'Ocagne de prévoir et de classer d'avance tous les types de nomogrammes, sous le rapport de leur structure. La règle à calcul (généralisée) et les nomogrammes de M. Margoulis constituent ce qu'on peut appeler les transparents orientés à 1 et à 2 degrés de liberté. Il serait intéressant d'aborder le cas de 3 degrés de liberté.

René GARNIER.

Physique

Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique. — La technique des spectres de four, qu'utilise Arthur S. King, à l'Observatoire du Mont Wilson, aux Etats-Unis, consiste à examiner soit l'émission, soit l'absorption de vapeurs métalliques, qu'on porte à une température déterminée à l'intérieur d'un tube, dans un four électrique à résistance.

A.-S. King a étudié, au moyen de ce dispositif, un certain nombre de phénomènes spectraux. Tout récemment (1), il s'est attaché à la comparaison des lignes d'arc et des lignes d'étincelle, qui coexistent dans les spectres de four. Rappelons d'abord en quelques mots l'essentiel de la question.

Les raies spectrales, si multiples et si diverses, se classent cependant en deux catégories, les lignes d'arc et les lignes d'étincelle. Ce sont les lignes d'arc qui ont fait l'objet des premières investigations. Dès 1885, Balmer reconnaissait que les fréquences ν des raies de la série de l'hydrogène pouvaient être mises sous la forme

$$\nu = A - \frac{N}{m^2}$$

A et N étant des constantes, et m, numéro d'ordre de chacune des raies, prenant la suite des valeurs entières, à partir de 3.

La formule de Balmer fut ultérieurement généralisée et étendue à d'autres éléments par Rydberg, qui lui substitua l'expression

$$\nu = A - \frac{N}{(m+\mu)^2}$$

μ étant une constante inférieure à 1, de valeur fixée pour chaque série. D'autres généralisations devaient suivre, parmi lesquelles celle de Ritz et Paschen, celle de Hicks et Fowler ; nous n'y insisterons pas.

Les spectres d'étincelle sont d'une interprétation plus difficile encore que les spectres d'arc et ce n'est que beaucoup plus tard qu'on a pu découvrir, chez eux aussi, l'existence de séries. Les travaux de Fowler sont prépondérants à cet égard. Ce savant a montré, en 1914, que la formule de Rydberg est valable pour les séries de lignes d'étincelle, quand on y remplace N par 4 N. D'une façon générale, qu'il s'agisse de sources artificielles de laboratoire ou de sources célestes, les lignes d'arc et les lignes d'étincelle se comportent très diversement sous l'influence des agents physiques : champ électrique, champ magnétique, pression, etc., et on est conduit à considérer que les deux espèces de raies proviennent de centres d'émission de constitution différente. D'après la théorie de Bohr, il faut imputer les lignes d'étincelle aux atomes qui ont perdu un électron et les lignes d'arc aux atomes normaux.

En adoptant cete manière de voir, on peut, avec Saha, appliquer les raisonnements ordinaires de la physico-chimie, au cas où l'atome s'ionise par libération d'un électron. Pour le calcium, par exemple, on envisagera l'équilibre.

$$Ca \rightleftarrows \overset{+}{Ca} + e$$

En mettant donc le calcium en présence d'une substance s'ionisant plus rapidement que lui, on doit abaisser la proportion des atomes $\overset{+}{Ca}$; ce phénomène se traduira, si les hypothèses sont exactes, par un affaiblissement des lignes d'étincelle relativement aux lignes d'arc.

Ce sont de telles vérifications expérimentales que A.-S. King a tentées à l'aide du four électrique. Dans des conditions identiques de température et de pression, il a pu, au double point de vue de l'émission et de l'absorption, examiner parallèlement une substance pure et un mélange de celle-ci avec une autre substance, facilement ionisée.

Pour le calcium et le strontium, les lignes d'étincelle s'affaiblissent notablement, lorsqu'on ajoute à ces éléments du potassium et du caesium ; au contraire, les lignes d'arc ne sont pas affectées. Pour le baryum, dont le potentiel d'ionisation est très voisin de celui de la substance additionnée, l'effet est moins prononcé. Le sodium, dont le potentiel d'ionisation est à peu près le même que celui du baryum, n'agit pas sur les lignes d'étincelle de cet élément. Les expériences sont donc en faveur d'un équilibre tel que celui que nous considérons ci-dessus, équilibre que perturbe un apport supplémentaire d'électrons.

A côté de ces recherches, l'auteur a comparé les limites des spectres d'émission et d'absorption d'une même vapeur à une température donnée. Dans le cas du fer, il a établi que, tandis que le spectre d'émission ne dépasse pas, dans l'ultra-violet, le spectre du corps noir à la même température, il n'en est pas de même du spectre d'absorption.

La vapeur métallique, trop froide pour émettre dans le lointain ultra-violet, peut cependant y montrer des lignes d'absorption si la source qui l'éclaire est suffisamment chaude. King adopte, en guise de source, des fils explosants de plomb, de Anderson (1), qui fournissent un spectre continu s'étendant vers les courtes longueurs d'onde. Alors qu'à 1.600°, le spectre d'émission du fer, comme le spectre du corps noir, ne descend guère au-dessous de $\lambda = 3000$ A°, on peut identifier ses raies d'absorption jusqu'à $\lambda = 2298$ A°, limite imposée par la sensibilité de l'émulsion photographique. La vapeur absorbe donc des radiations de longueur d'onde beaucoup plus courte qu'elle n'est capable d'en émettre.

King a recherché la température à laquelle, sans observer encore aucune émission on fait apparaître déjà, dans l'absorption, les lignes des séries principales, il l'a déterminée pour les fortes lignes 4227, 4607 et 5535, appartenant respectivement au calcium, au strontium et au baryum.

Comme dans le cas de l'émission, les séries secondaires d'absorption exigent une température beaucoup

(1) Proc. Nation. Acad. Sc. Juin 1922.

(1) Anderson fait exploser un fil très fin en y déchargeant un condensateur (Astroph. Journ. 51, 37, 1920).

plus élevée que les séries principales. Les expériences en ont été faites pour le sodium, le potassium, le caesium et le rubidium ; c'était le spectre d'une pastille placée dans le tube même, qui constituait le fond continu de ces spectres d'absorption.

A part les quelques exceptions que nous avons rapportées, les spectres d'absorption se sont présentés, en général, comme le renversement des spectres d'émission. S. VEIL.

Biologie

Les insectes acéphales et les greffes de la tête. — Hans Przibram, directeur de la station biologique de Vienne, a fait connaître une technique opératoire dont les résultats sont réellement surprenants. Depuis plusieurs années, il a engagé un certain nombre de ses élèves dans la recherche du mécanisme de la pigmentation chez les animaux, les Insectes en particulier, et il a publié, tantôt seul, tantôt avec leur collaboration, une série de travaux intéressants sur ce sujet tant débattu. C'est précisément au cours de ces recherches que Przibram s'est heurté au problème que voici : Afin de préciser le rôle que joue l'œil de la chenille dans l'adaptation de la nymphe à la couleur du milieu, souvent il avait recours à la cautérisation des yeux. Mais on lui a fait observer que la chaleur développée au cours de cette opération pouvait être pour quelque chose dans les effets obtenus. Il s'agissait donc de trouver un moyen de détruire les yeux à froid, et qui ne serait pas une simple excision, celle-ci entraînant des hémorragies mortelles. Przibram a eu alors l'idée d'un procédé radical s'il en fût : il décapite l'Insecte. La technique est des plus simples : on lie la tête à l'aide d'un fil et on la tranche d'un coup de ciseaux. Przibram l'a essayée sur des chenilles de *Pieris brassicae*, de *Vanessa Io* et de *V. urticae;* l'hémorragie est insignifiante, et non seulement des chenilles décapitées survivent, mais elles se transforment en nymphes, et même le nombre de survivants est plus élevé que quand on ne fait que cautériser les yeux.

Des chenilles acéphales donnant des nymphes, c'est déjà assez curieux ; mais il y a mieux. Un élève de Przibram, Walter Finkler, a tenté avec succès la greffe d'une tête nouvelle à la place de la tête sectionnée. En faisant varier les expériences il arrive à des résultats qui paraîtraient invraisemblables s'ils n'étaient obtenus sous la direction de Przibram. Winkler coupe la tête à un Insecte et la remplace aussitôt par la tête d'un autre Insecte pareillement traité ; le sang qui s'écoule, en faible quantité d'ailleurs après narcose, soude les bords de la plaie et maintient la tête dans une position convenable ; toute suture est superflue. Il a ainsi opéré des *Hydrophilus piceus*, des *Dytiscus marginalis*, des Notonectes, des imagos et larves de *Dixippus morosus*, des larves de *Tenebrio molitor*, des pupes de *Vanessa Io* et *Vanessa urticae*. Les mouvements, après l'opération, sont désordonnés, et ils restent tels chez les Insectes que l'on laisse décapités. Chez ceux cependant que l'on pourvoit d'une tête nouvelle, les mouvements petit à petit se rétablissent et un à deux mois après, la tête greffée récupère son pouvoir fonctionnel entier : les Insectes marchent, nagent se nourrissent normalement. (*Anzeiger der Akademie der Wissenschaffen in Wien*, juillet 1921 et janvier 1922).

L'expérience de Winkler qui consiste à échanger des têtes entre mâles et femelles pourrait servir de thème à un roman psychologique. Winkler coupe la tête à un mâle d'*Hydrophilus piceus* et la remplace par celle d'une femelle de la même espèce ; la femelle reçoit une tête de mâle. Quelques semaines après, quand la guérison est parfaite, il met en présence, dans un récipient rempli d'eau, les Insectes opérés, par couples, et voici ce qu'il observe : Les femelles à tête de mâle se comportent comme des mâles et, pour courtiser des femelles normales, exécutent les mouvements caractéristiques de ceux-ci ; cependant, les mâles normaux ne paraissent pas s'y tromper et les traitent en femelles. Par contre, des mâles à tête de femelle se comportent vis-à-vis des individus des deux sexes tout à fait passivement, comme le font aussi les femelles normales. Ils n'exercent d'ailleurs aucune attraction non plus sur des mâles normaux, qui restent en leur présence indifférents.

Dans une dernière série d'expériences, Winkler fait des échanges de têtes entre individus appartenant à des espèces différentes, et ce surtout afin d'étudier le rôle de l'œil dans la pigmentation du corps. Certes, on pourrait arriver au même résultat en pratiquant la transplantation de l'œil seul, mais les difficultés opératoires sont paraît-il beaucoup plus grandes que dans la transplantation de la tête entière. Winkler a réussi à faire des échanges réciproques de têtes entre 1° *Hydrophilus piceus* et *Dytiscus marginalis ;* 2° *Notonecta glauca* et *N. marmorea ;* 3° *Vanessa Io* et *V. urticae ;* 4° *Dixippus morosus* de diverses races. Dans tous les cas, la nouvelle tête avait une influence manifeste et décisive sur la pigmentation de l'individu porte-greffe. Ainsi, le Dytique présente une raie jaune sur les bords du thorax, et son revêtement chitineux est brun, brillant ; un Dytique à tête d'Hydrophile perd la raie jaune bordante, et devient noir et terne comme l'Hydrophile. Ainsi encore, un *Dixippus* brun dont la tête a été remplacée par celle d'un *Dixippus* vert devient vert, et inversement. A. DRZ.

Médecine

Prophylaxie de la rougeole par les injections préventives de sérum de convalescent. — En 1918, MM. Charles Nicolle et Conseil ont mis en évidence le pouvoir préventif du sérum d'un malade convalescent de rougeole. De nombreux auteurs ont confirmé ce fait qui a même été vérifié expérimentalement par MM. Blacke et Trask, dont les recherches ont démontré que les singes injectés préventivement avec du sérum d'animaux guéris ne contractent pas la rougeole quand on leur injecte du sang virulent. Ces expérimentateurs ont constaté également l'immunité complète des singes guéris de la rougeole qui leur avait été inoculée.

La rougeole est le plus souvent bénigne, mais dans certains milieux, et surtout à l'hôpital, elle se révèle parfois très grave en raison de ses complications. Il faut redouter également son action favorisante sur l'évolution de la tuberculose. En outre, il est très difficile de lutter contre la contagion de cette maladie, si répandue en raison de sa longue période d'incubation que rien ne permet de reconnaître, et de la banalité des symptômes qui caractérisent sa période d'invasion (catarrhe nasal, rhino-pharyngite), période qui est justement celle où l'enfant dissémine le plus les germes infectieux. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait immédiatement essayé d'appliquer à l'immunisation des enfants en période d'incubation la découverte de MM. Charles Nicolle et Conseil.

De nombreux pédiatres, en Italie, en Hongrie et en Allemagne ont obtenu à cet égard d'excellents résultats

que viennent de confirmer MM. Nobécourt et Paraf. Les faits qu'ils ont observés, joints à ceux relatés par les aûtres auteurs, démontrent l'efficacité des injections préventives de sérum des convalescents de rougeole. Les enfants injectés avant le sixième jour de l'incubation, c'est-à-dire dans les six jours qui suivent le contact infectant, ne prennent pas la maladie, tandis que celle-ci est contractée à coup sûr par d'autres enfants exposés à la même contagion dans les mêmes conditions (*Presse médicale*, 10 juin 1922). Comme cette méthode n'est pas dangereuse quand on l'applique en s'aidant des techniques anti-anaphylactiques courantes, MM. Nobécourt et Paraf estiment qu'il est indiqué de l'employer dans les crèches, les garderies, les hôpitaux d'enfants et les écoles, de même que dans l'armée chez les soldats qui ont été en contact avec un rougeoleux et qui n'ont pas eu la maladie dans leur enfance. Bien entendu il sera difficile de se procurer du sérum de convalescent en quantité suffisante pour lutter contre de grandes épidémies, mais dans les services hospitaliers d'enfants ou de contagieux, la prophylaxie sera facile, car on pourra aisément y constituer des réserves de sérum préventif. A. B.

Statistique

L'Arménie. — Constituée le 28 mai 1918, la République démocratique d'Arménie fut reconnue indépendante par la Conférence de la Paix, en 1920.

Le territoire de cet Etat comprend la province d'Erivan, de la partie méridionale de l'ancien gouvernement de Tiflis, les villayets de Van, Diarbékir, Sivas, Erzeroum, Trébizonde, les quatre Sandjaks ciliciens (Alexandrette et Adana, etc.). Superficie 67.000 km², population 2.159.000 habitants, capitale : Erivan, 110.000 habitants. Pays surtout agricole, 2.228.000 hectares de terre de labour et d'élevage, 113.000 de forêts, 34.600 de vignes. (O. Ménars, *Economiste français*, 1, 1922.

Les productions principales sont : riz, 10.600 tonnes en 1914, coton, 8.000, raisin, 69.000, vin, 315.000 hl., alcool, 188.000 hl. Cheptel de 106.700 chevaux, 42.800 mulets et ânes, 1.243.000 bêtes à cornes. 1.859.000 moutons. Quelques mines de cuivre, 6.500 tonnes. Salines, près de 20.000 tonnes, Pyrite de fer, 57.000 t. Des chutes d'eau pouvant donner 9.000.000 de chevaux. Les communications sont difficiles avec seulement 1.463 km. de routes et 564 de voie ferrée. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Un alliage pour paliers : la génélite. — La « General Electric Company » (1) fait actuellement une vive publicité au sujet d'un bronze au graphite étudié dans ses laboratoires et qui résoudrait de façon remarquable la question, si importante à l'heure actuelle, de la lubrification des paliers. Les grandes vitesses usuelles dans l'industrie moderne exigent en effet un graissage particulièrement soigné de toutes les pièces frottantes, et l'arrêt de la lubrification a des conséquences si graves que dans la plupart des turbines récentes, des dispositifs automatiques coupent l'admission de la vapeur, dès que la circulation de l'huile vient à être interrompue accidentellement.

La génélite, tel est le nom donné au nouveau produit, s'obtient en mélangeant les oxydes des métaux devant constituer le bronze avec une quantité de graphite suffisante pour qu'il reste dans la masse, après réduction des oxydes, environ 40 % de graphite, en particules très fines, uniformément réparties. Le tout est chauffé à une température qui doit rester inférieure au point de vue de fusion du bronze. Cela interdit de couler le produit final, et oblige à agglomérer les oxydes des métaux constituants à la presse dans des moules de forme. Après cuisson, on obtient un corps ayant toute l'apparence de bronze, mais qui émousse rapidement tous les outils de tour : on doit le travailler à la meule, ce qui naturellement limite son emploi à des formes très simples.

Le corps obtenu ne résonne pas comme le bronze. A l'extension, la charge de rupture est faible : 5 kg : mm² ; à la compression en revanche, il peut supporter jusqu'à 35 kg : mm², comme les bronzes usuels. Ces propriétés tiennent à sa structure : vue sous le microscope, la génélite rappelle l'aspect d'une éponge de bronze dont les pores seraient partiellement remplis de carbone. Sa porosité, qui lui permet d'absorber jusqu'à 2 1/2 % de son poids en huile, est même si grande que l'on peut siphonner un liquide au moyen d'une tige de génélite.

Cette propriété de retenir l'huile tendrait à faire de la génélite le métal de choix pour les garnitures des paliers. L'expérience suivante est très démonstrative à cet égard : quand on opère avec un graissage par circulation d'huile, on peut supprimer *complètement*, pendant un temps relativement long, l'arrivée du lubrifiant dans les paliers garnis du nouvel alliage ; ceux-ci ne grippent pour ainsi dire jamais, et les tourillons conservent leurs dimensions bien plus longtemps qu'avec les anciennes garnitures.

Enfin la génélite se conserve solide à une température où tous les antifrictions fondent, ce qui est précieux pour les paliers appelés à chauffer (wagons de chemins de fer, par exemple). Le nouvel alliage semble donc avoir un large champ d'applications.

A. F.

(1) *Gen. El. Review*, novembre 1921 et janvier 1922.

Verrerie

Les Progrès de l'industrie du Verre. — Dans une conférence faite à la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, M. Léon Appert a retracé les progrès réalisés dans l'industrie verrière depuis cinquante ans.

L'une des conséquences les plus importantes qui résultent des nombreux travaux relatifs à la composition chimique des verres est, qu'actuellement, il est possible de fabriquer un verre dont on peut connaître à l'avance ce que seront ses propriétés. La réalisation de verres spéciaux pour des usages bien déterminés est donc entrée dans le domaine industriel. De fait, on possède déjà, dans cet ordre d'idées, les verres silichromé, le verre durax, le verre sérax, le verre radiox, le verre nextra, le verre boro-mica, le verre pyrex et bien d'autres encore.

Au point de vue de la fusion du verre, de grands

progrès ont été réalisés lorsque, dans le chauffage des fours, le charbon fut substitué au bois, ce qui amena l'application de la gazéification qui conduisit à la récupération de la chaleur et à l'emploi des fours à bassin. Les premiers fours de ce genre furent inaugurés dès 1862 dans les Etablissements de Saint-Gobain et de Clichy.

Le plus récent système de gazogène consiste « en un véritable cubilot avec cuve, étalages et creusets, dans lequel l'air introduit est chauffé à très haute température, ce qui permet la fusion des cendres, en composant judicieusement des lits de fusion.

Dans les fours à bassin de grande capacité, c'est-à-dire ayant jusqu'à 200 m³ (contenant 600.000 kgs. de verre fondu), la consommation de houille peut être abaissée jusqu'à 600 gr. par kg. de verre marchand. Comme ils sont toujours à feu continu, le verre peut être mis en œuvre dans les meilleures conditions, et ceux qui paraissent posséder l'avenir le plus certain sont les fours chauffés par les gaz de pyrogénérateur.

Au point de vue du travail du verre, le plus grand progrès obtenu a été l'introduction du travail mécanique, qui a pris surtout son complet développement dans les usines américaines.

On doit à M. Léon Appert les dispositifs, imaginés il y a une quarantaine d'années, permettant d'obtenir, pour le soufflage du verre, les pressions nécessaires au soufflage depuis le maximum 180 g. : cm² jusqu'à 1 à 2 g. : cm² (soufflage des bulles de savon). Grâce à l'emploi des hautes pressions, on peut souffler des pièces d'un volume considérable telles que des sphères de 1 m. 50 de diamètre dans lesquelles on prend les verres de montres et de pendules.

Enfin, on fabrique aujourd'hui par moulage des objets volumineux, très épais, tels que des bacs d'accumulateurs de 100 litres, des réservoirs de 200 litres, des tuyaux de longueurs théoriquement indéfinies, pratiquement jusqu'à 3 mètres, des baignoires, des bouteilles ou autres récipients.

M. Boucher, de Cognac, est le premier inventeur qui ait réussi à fabriquer mécaniquement des bouteilles donnant toute satisfaction ; ce procédé, qui fut perfectionné par la construction de machines semi-automatiques, donne, avec la machine Orven-Graham, un rendement de 15 à 16 bouteilles par minute.

Les verres à vitres se fabriquent également par divers procédés mécaniques. Le procédé Lubby, employé à Pittsburg, aux Etats-Unis et à Châlons-sur-Saône, en France, consiste à tremper une couronne de fer chauffée à 800° dans le verre fondu qui s'y soude : en élevant régulièrement la couronne on enlève du verre et on étire un manchon cylindrique de 70 cm. de diamètre pouvant atteindre 12 mètres de long. Le manchon est ouvert dans toute sa longueur, ses parois rabattues et on obtient une feuille de verre.

Le procédé Fourcault, de Charleroi, permet d'obtenir directement une nappe plane en enfonçant dans le verre fondu un flotteur en terre réfractaire pourvu d'une fente par laquelle le verre jaillit et est immédiatement soudé à une bande de verre armé, préalablement chauffée. Cette méthode a été légèrement modifiée en Amérique : à Charleston, l'étirage commence de même, mais, à une certaine hauteur, la nappe de verre, déjà complètement solidifiée, est ramollie par une rampe de gaz, ce qui permet de coucher la nappe horizontalement et de la diriger dans l'arche à recuire.

Ces divers procédés de fabrication des vitres sont d'un emploi toujours délicat, nécessitent un matériel parfait à tous points de vue et leur installation en est très onéreuse.

Le laminage est resté le seul moyen de fabrication des glaces, cependant il a été perfectionné par l'emploi de tables refroidies, permettant la continuité des opérations, de dispositifs mécaniques et de modes de recuisson également continue. Le procédé de laminage des glaces a été étendu à la fabrication des verres beaucoup plus minces ne devant pas subir le polissage: verre cathédrale pour vitraux ; verres imprimés ; verre prismatique, verre perforé pour ventilation ; verre armé.

Les verres d'optique ont subi de grands perfectionnements qui ont permis d'obtenir des types nouveaux possédant des propriétés optiques spéciales et des compositions plus constantes. L'affinage s'opère aujourd'hui en partie mécaniquement. La fabrication française des verres d'optique jouit d'une renommée universelle. L. Fl.

Aéronautique

La première utilisation de l'hélium en aéronautique. — Il fut question, dans les derniers temps de la guerre, de l'emploi de l'hélium comme gaz plus léger que l'air pour le gonflement des ballons dirigeables. On sait que les sources naturelles de gaz contiennent une quantité appréciable d'hélium et que les Etats-Unis, très riches en gaz naturels, avaient installé dans le Texas des usines d'extraction du gaz rare. A l'armistice on était en mesure de gonfler un dirigeable avec de l'hélium.

Les efforts dépensés à cette époque n'ont pas été perdus. La catastrophe du dirigeable américain *Roma*, survenue le 21 février, a montré à nouveau les dangers de l'hydrogène et attire l'attention sur les essais du dirigeable *C-7* de la marine américaine. Pour la première fois un dirigeable a été rempli d'hélium et a exécuté le trajet aller et retour de Hampton Roads (Virginie) à Washington. Le ballon était muni de ballonnets permettant les manœuvres sans perte de gaz précieux. Cela n'est pas sans importance, l'hélium étant d'un prix de revient encore très élevé.

On a reconnu que l'hélium du *C-7* s'était diffusé moins vite que l'hydrogène. On a pu le conserver quelques semaines avant de vider le ballon et du gaz extrait on a récupéré l'hélium. L'emploi de l'hélium pour le gonflement des ballons semble donc très pratique, (à condition de récupérer le gaz) en Amérique où il est relativement abondant. Chez nous, où il est très rare, il ne semble pas qu'on puisse encore songer à cette utilisation industrielle. R. G.

Cinématographe

L'inventeur de la perforation. — En rappelant la part qui revenait à Reynaud dans la création des projections animées (1), nous indiquions qu'il semblait résulter d'une description de son *Théâtre optique*, publiée en 1894, que le repérage des images était assuré par des perforations. Des renseignements que nous avons recueillis depuis lors nous permettent maintenant d'apporter, sur ce point intéressant de l'histoire du cinéma, quelques précisions, et notamment la preuve certaine que les perforations du film, élément essentiel pour la fixité des projections animées, ont été inventées en France, bien antérieurement au kinématographe d'Edison.

(1) V. *Revue Scientifique*, 25 mars 1922, p. 202.

En effet, Emile Reynaud, dans son brevet en date du 1er décembre 1888 (n° 194.482), revendique « l'application aux appareils produisant l'illusion du mouvement d'une bande flexible de longueur indéfinie, portant une suite de poses successives, se déroulant et s'enroulant sur un dévidoir et s'engrenant au passage après la couronne de l'instrument... La couronne est munie de goupilles extérieures saillantes régulièrement espacées. Ces goupilles sont destinées à s'engrener dans des trous correspondants, pratiqués à distance convenable dans la bande flexible ».

Quelques semaines après l'avoir ainsi breveté, Reynaud exposait son théâtre optique, à côté de ses praxinoscopes, à l'Exposition universelle de 1889. Là, il était évidemment facile à tout venant de remarquer la perforation... Quoi qu'il en soit, la question de priorité est nettement résolue par le document authentique de 1888.

E. C.

Agriculture

Un curieux exemple d'entomologie appliquée. — La station entomologique de Cho-Ganh (Tonkin) s'est attaquée victorieusement à plusieurs maladies, d'origine animale, et qui causaient des dégâts, parfois très considérables, aux cultures indo-chinoises.

En dehors d'études théoriques, la station s'est attachée à la production d'un petit braconide antagoniste des larves du « borer » du caféier. En 2 mois, plus de 300.000 insectes ont été élevés et distribués dans les plantations. Dans presque tous les cas, les insectes se sont bien fixés sur les troncs malades et ont détruit de nombreuses larves.

D'autres essais pratiques et des élevages en grand d'hyménoptères permettent d'espérer des résultats fructueux, contre certaines maladies du caféier, du riz, etc. La station possèdera bientôt une annexe officielle importante à Tuyen-Quang.

Dr.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 17 juillet, M. Daniel Berthelot a été désigné pour faire une lecture à la séance solennelle des cinq Académies.

— Dans la séance du 13 juillet, le président a fait part de la mort de M. Louis Favé, de la Section de Géographie et Navigation, dans laquelle il avait remplacé en 1918 le général Bassot. M. Favé appartenait au corps de l'Hydrographie.

— Dans la même séance le président fait part de la dotation de un million de francs faite par le Prince de Monaco, pour la fondation d'un prix biennal dont l'attribution est réservée au jugement de l'Académie.

Bureau national des Poids et Mesures. — Sont nommés membres du bureau national scientifique et permanent des poids et mesures :

MM. Appell, de l'Institut, recteur de l'Académie de Paris ;

Mesnager, de l'Institut, inspecteur général du Service des ponts et chaussées ;

Kœnigs, de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris ;

Janet, de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris ;

Cellerier, directeur du laboratoire d'essais au Conservatoire des arts et métiers.

Conseil international des recherches scientifiques. — Le Conseil, réuni à Bruxelles, a clôturé ses travaux le 29 juillet, sous la présidence de M. Emile Picard, membre de l'Institut. Les statuts des Unions internationales nouvelles ont été présentés : Sciences biologiques, M. Flahaut ; Géographie, Prince Bonaparte ; Géologie, M. Lacroix ; Physiculture, M. Van Anbel ; Sciences médicales, M. Liouville ; Radiotélégraphie, général Ferrié. Parmi les vice-présidents, M. Austin, directeur du laboratoire naval radiotélégraphique des Etats-Unis, M. Vanni, directeur de l'Institut militaire d'Italie.

Un vœu de M. Waseburn (Etats-Unis) a été émis pour la publication des constantes chimiques.

M. Emile Picard a été élu président du Comité exécutif 1922-1925. Sont nommés membres, MM. Lecointe (Belgique), Volterra (Italie), Sir A. Schuster, secrétaire général.

Office national météorologique. — Par arrêté du 24 juillet, 76 météorologistes ont été nommés et répartis en huit classes, et 24 stagiaires ou assistants. (*J. Off.* du 25 juillet).

M. Delcambre, colonel du génie, est nommé Directeur de l'Office ; M. Louis Gain, Inspecteur général ; MM. Wehrlé et Bureau, chefs techniques. (*J. Off.* du 5 août).

Société des Nations. — (*Coopération intellectuelle*). — La Commission de la coopération intellectuelle internationale s'est réunie à Genève le 1er août. La Commission compte 12 membres : MM. D.-N. Banerjee (Indes), H. Bergson (France), Mlle Bonnevie (Norvège), M. A. de Castro (Brésil), Mme Curie Sklodowska (France), MM. J. Destrée (Belgique), A. Einstein (Allemagne), docteur Ellery Hale (Etats-Unis), G.-A. Murray (Angleterre), G. de Reynold (Suisse), F. Ruffini (Italie), L. de Torres Uevedo (Espagne).

Les deux séances ont été présidées par M. Bergson. La Société des Nations procèdera à une enquête sur la situation du travail intellectuel. M. de Reynold et Mme Curie auront à présenter des rapports sur l'Autriche et la Pologne. La Commission s'est occupée de l'organisation de la bibliographie et des échanges de publications. Une sous-commission a été nommée sous la présidence de M. Bergson avec quatre membres : MM. Destrés et de Reynold, Mlle Bonnevie et Mme Curie. La Commission a envisagé un dépôt légal avec la constitution d'une ou de plusieurs bibliothèques internationales.

Association française pour l'avancement des Sciences. — Le 44e Congrès s'est ouvert le 24 juillet à Montpellier ou avait eu lieu le 2e Congrès en 1879. La séance d'ouverture était présidée par M. Louis Mangin, de l'Académie des Sciences, directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, qui a fait une conférence sur *La lutte contre les ennemis des végétaux*.

Le Congrès de Montpellier a clôturé ses travaux le 29 juillet sous la présidence de M. Desgrez qui a remercié la ville de Montpellier et le Comité local de leur accueil ; M. Massol, doyen de la Faculté de pharmacie et président du Comité local, a félicité les congressistes de leurs travaux.

Le prochain Congrès se tiendra, en 1923, à Bordeaux. M. J. Viala, de l'Académie des Sciences, député, est nommé vice-président a l'unanimité ; il sera le président du Congrès de 1924. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Par décret du 26 juillet 1922, les étudiants seront représentés au Conseil de l'Université pour les affaires disciplinaires.

Agrégations scientifiques. — Le *Bulletin de l'Instruction publique* (15 juillet) publie les programmes des concours de 1923. Pour l'agrégation des sciences physiques, le travail du verre est exigé des candidats avec la confection d'un tube à essai et la soudure de deux tubes de diamètres inégaux bout à bout ou latéralement. Il est rappelé aux candidats qu'on leur demande surtout de connaître *d'une manière approfondie* les parties de la science les mieux établies, et cela en se plaçant au point de vue des faits et des lois numériques, seules bases solides de toute théorie.

Université de Paris. — *Ecole normale supérieure.* — Vingt candidats sont admis dans la section des Sciences. Le major est M. Barbotte, du lycée de Versailles. Le lycée St-Louis compte 7 admis. Viennent ensuite les lycées : Louis-le-Grand 4, Henri IV, Nancy, Caen, Montpellier, Poitiers, Bordeaux, Nice, Sorbonne, chacun un.

Facultés des Sciences. — Alors que les vingt premiers du concours de bourses de licence sont admis à l'Ecole Normale, les soixante-treize qui suivent sont boursiers de licence dans les diverses Facultés :

St-Louis 13, Louis-le-Grand 9, Lyon 8, Caen, Nancy, Poitiers chacun 5, Rennes 4, Versailles 3, Chaptal, Dijon, Sorbonne, Besançon, Lille, Montpellier, chacun 2 ; Henri IV, Janson, Nice, Grenoble, Aix, Alger, Marseille, Bordeaux et Nîmes, chacun 1.

Ecole polytechnique. — M. le professeur de chimie Colson Jules-Albert, est sur sa demande, admis à la retraite à la date du 1er octobre.

Ecole des Mines. — M. G. Chesneau, directeur, est promu commandeur de la Légion d'honneur.

M. Vignal, ingénieur des mines, est nommé professeur de physique, en remplacement de M. Schlumberger, démissionnaire ; M. Cagnot, ancien ingénieur des ponts et chaussées, est nommé professeur du cours de résistance des matériaux et de construction, en remplacement de M. Liénard, démissionnaire.

Institut d'optique théorique et appliquée. — L'Institut comprend à côté de l'Ecole supérieure, dont les cours recommenceront en novembre, une Ecole professionnelle du travail des verres d'optique avec trois années de scolarité (140, boulevard du Montparnasse), un service de bibliographie et de documentation, ainsi qu'un laboratoire de recherches et d'essais. Une revue mensuelle a été créée sous le titre de *Revue d'optique théorique et instrumentale*, avec le concours du Syndicat patronal des constructeurs d'Instruments d'optique et de précision.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Le 29 janvier, à la Faculté de pharmacie de Paris, s'ouvrira un concours pour l'emploi de suppléant de chimie à l'Ecole de Nantes.

Ecoles vétérinaires. — Les Ecoles vétérinaires sont autorisées à délivrer un diplôme de docteur vétérinaire. (*J. Off.*) Ce diplôme pourra être délivré aux titulaires du diplôme actuel de vétérinaire conféré par les Ecoles d'Alfort, de Lyon et de Toulouse.

Université de Lille. — M. Dubois, agrégé, est nommé professeur de physiologie à la Faculté de médecine et de pharmacie, en remplacement de M. Wertheimer, retraité.

Université de Bordeaux. — M. Guinchant, professeur de physique expérimentale, est nommé sur sa demande à la chaire de physique générale.

Université de Lyon. — M. Thovert est nommé professeur de physique à la Faculté des Sciences.

La chaire de matière médicale et botanique de la Faculté mixte de médecine et pharmacie est déclarée vacante (28 juillet).

Université de Rennes. — M. Janet est nommé professeur de mathématiques pures.

Ecole normale de St-Cloud. — M. Molliard, doyen, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, est chargé de l'enseignement de la botanique.

Ecoles nationales d'agriculture. — La liste d'admissions compte 164 élèves dont le major est M. Poinsot (*J. Off.*, 4 août).

Ecole d'horticulture de Versailles. — Le concours d'admission aura lieu le 9 octobre. Les inscriptions sont reçues jusqu'au 15 septembre.

Ecole des industries agricoles de Douai. — M. Handiquet, ingénieur agronome, est nommé, après concours, répétiteur de brasserie.

Le concours d'admission des élèves pour 1922-23 aura lieu le 2 octobre à Douai, 13, rue de l'Université. Les inscriptions sont reçues au Ministère de l'agricultre ou à l'Ecole jusqu'au 15 septembre.

Ecole de tannerie de Lyon. — Dix élèves sont sortis cette année avec le diplôme d'ingénieur.

NÉCROLOGIE

Louis Favé. — M. Louis Favé est mort le 31 juillet à l'âge de 69 ans ; il avait été nommé membre de l'Académie des Sciences, en 1918. M. Favé est l'auteur de travaux importants relatifs à l'étude de la mer et de ses mouvements, du relevé des côtes et du relief des fonds sous-marins. Il s'est adonné particulièrement à la construction d'instruments scientifiques nouveaux et a inventé, notamment, un marégraphe plongeur qui est considéré comme l'instrument le plus pratique permettant d'enregistrer les mouvements de la marée, loin des côtes, instrument qui a reçu diverses applications.

Graham Bell. — L'inventeur du téléphone vient de mourir près d'Halifax (Nouvelle Ecosse). Né à Edimbourg en 1847, Alexandre Graham Bell fut initié de bonne heure, par son père, à l'étude, que celui-ci poursuivait, du mécanisme de la parole et de l'audition. Ses premières recherches eurent surtout pour but de faire entendre les sourds et, en 1881, il présentait à l'Académie des Sciences, une note sur les sons articulés dans l'éducation des sourds-muets.

Il est également l'inventeur du photophone (1880)

qui utilise les variations de conductibilité du sélénium par la lumière et qui devait conduire à la transmission téléphonique des images. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 juillet 1922

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan* (prés. par M. Emile Borel). **Sur un théorème fondamental de M. H. Weyl dans la théorie de l'espace métrique.**

ARITHMÉTIQUE. — *A. Châtelet.* **Groupes abéliens finis.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE — *J. Guillaume* (prés. par M. B. Baillaud) **Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de 1922.**

Par rapport au trimestre précédent, le nombre des groupes de taches a presque doublé, mais l'aire totale a augmenté de deux cinquièmes seulement ; les facules ont continué à diminuer ; on a effectivement 57 groupes au lieu de 77 et une surface totale de 49,4 millièmes au lieu de 52,t.

— *G. Sagnac* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Les oscillations des raies spectrales des étoiles doubles expliquées par la nouvelle loi de projection de l'énergie de la lumière.**

M. Sagnac applique les idées nouvelles qu'il a énoncées sur la projection de l'énergie au calcul du retard ou de l'avance que cette projection imprime au temps de lumière T d'un astre par rapport au Soleil. Dans le cas de l'étoile variable *γ Sagittaire*, l'accord du nombre calculé et du nombre observé est excellent ; ce qui est une confirmation frappante de sa théorie de la lumière

PHYSIQUE. — *E.-M. Lémeray* (transm. par M. Lecornu) **La relativité générale et la Voie lactée.**

La théorie de la relativité conduit à envisager une structure du monde stellaire différente de celle adoptée jusqu'ici. En particulier, les rayons lumineux sont courbes et, en conséquence, dans le cas d'un amas stellaire comme la Voie lactée un observateur devra constater une condensation stellaire au voisinage d'un plan diamétral.

ELECTRICITÉ. — *R. Jouaust* (prés. par M. Paul Janet). **Comparaison des étalons prototypes de l'ohm international.**

Il s'agit de dix étalons construits par M. René Benoît et comparés entre eux au Laboratoire central d'Electricité. Deux d'entre eux ont dû être rejetés ; les autres ont donné, entre les nombres déduits des mesures électriques et des mesures géométriques, des différences dont la moyenne est de l'ordre de $\pm 1{,}9\times10^{-5}$ ohms.

— *Paul Janet.* **Sur les étalons prototypes de l'ohm international.**

Les étalons comparés par M. Jouaust ont été exécutés avec le plus grand soin par M. Benoît, à la suite de la conférence des Unités électriques tenue à Londres en 1908. Depuis lors, l'Angleterre a réalisé, en 1913, 15 étalons mercuriels dont 5 étaient destinés au Japon. Aux Etats-Unis, le Bureau of Standards a réalisé un certain nombre d'ohms mercuriels, qui, d'après certaines comparaisons effectuées par l'intermédiaire d'ohms métalliques, ne différaient que de 7 millièmes des nouveaux prototypes anglais.

— *Vasilesco Karpen* (prés. par M. Paul Janet). **Sur une classe particulière de piles.**

Une pile réalisée avec une solution de sulfate de cuivre et portée à une température voisine de la température critique de l'eau (250° à 300°) devient une pile où le gaz est le solvant. Les mesures effectuées donnent des résultats qui ne *sont pas conformes* à la théorie osmotique des piles de Nernst ; il semble que ces résultats contredisent le deuxième principe de la Thermodynamique.

— *P. Janet.* **Observations sur la communication précédente.**

M. Janet fait remarquer que, pour que la contradiction signalée par M. Karpen fût établie, il faudrait prouver d'une façon tout à fait rigoureuse que le cycle parcouru par les corps en présence constitue un cycle fermé.

CRISTALLOGRAPHIE. — *A. Duffour* (prés. par M. Fred Wallerant). **Sur un nouvel exemple de formes hémièdres non conformes au signe de l'activité optique.**

Il s'agit de l'acide abiétique qui, dans toute l'étendue du spectre visible, manifeste en solution une activité optique fortement lévogyre. En raison de la nature mixte de ce composé, les divers échantillons de cet acide peuvent présenter, pour une radiation donnée, des pouvoirs rotatoires assez différents, suivant leur composition. L'acide β-pimarabiétique donne des valeurs constantes pour le pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = -100°1$. Les cristaux sont monocliniques et présentent toujours l'hémiédrie holonxe. R. Dongier.

CÉRAMIQUE. — *A. Granger* (prés. par M. Lindet). **Observations sur la cuisson de produits céramiques dans des fours chauffés électriquement.**

Les fours à résistance métallique ne peuvent chauffer que jusqu'à 1300°. Pour les températures supérieures, on emploie des fours à charbon granulé ; mais l'oxyde de carbone formé, traversant les parois de corindon du four, se dissocie, en déposant du charbon dans les pièces. En éliminant l'oxyde de carbone par un tirage modéré, on a des pâtes blanches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Locquin* et *Sung Wouseng* (prés. par M. Haller). **Sur l'obtention d'aldéhydes à partir d'alcools tertiaires.**

Bien qu'alcools tertiaires, les dialcoyvinylcarbinols, oxydés par le mélange chromique, donnent des aldéhydes identiques aux ββ dialcoylacroléines, produits normaux des alcools ββ dialcoylallyliques. On a là une propriété générale des alcools tertiaires éthylèniques avec isomérisation préalable en alcools primaires ββ dialcoylallyliques.

— *F. Boiry* (prés. par M. Haller). **Sur la vulcanisation du caoutchouc en solution.**

On opère en solution étendue ou concentrée, à 120°-130° avec fixation de soufre.

— *Hervé de Pommereau* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur la réduction de l'α-naphtylacétate d'éthyle et des α-naphtyléthanols par le sodium et l'alcool absolu.**

Poursuivant ses recherches sur le noyau naphtalénique, l'auteur montre que la réduction de l'α-naphtylacétate d'éthyle conduit à un tétrahydronaphtyléthanol primaire et à un acide tétrahydronaphtylacétique. Le composé α-naphtyléthanol primaire donne un dihydronaphtyléthanol primaire.

L'α-naphtyléthanol secondaire

$$C^{10}H^{7}CH\begin{cases}CH^{3}\\OH\end{cases}$$

fournit un dihydroéthylnaphtaline $C^{10}H^{9}CH^{2}CH^{3}$.

— *E. André* (prés. par M. Ch. Moureu). **Contribution à l'étude des huiles de pépins de raisins. Acides gras solides. Séparation des acides stéarique et palmitique.**

Poursuivant cette étude d'une manière magistrale, l'auteur a obtenu, à côté des acides palmitique et stéarique, de l'acide mélissique, $C^{30}H^{60}O^2$, qui jusqu'ici n'avait été signalé dans aucune huile ou graisse.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *Mokrâgnatz* (prés. par M. Roux). **Sur la présence du cobalt et du nickel dans la terre arable.**

Un des auteurs avait pu concentrer le zinc normal de la terre dans un précipité zincocalcique obtenu avec les eaux ammoniacales à la suite du traitement de la solution chlorhydrique. De ce précipité, les auteurs ont extrait le nickel et le cobalt et ils ont retrouvé le cuivre signalé par MM. Maquenne et Demoussy. On opère sur un kilo de terre. Voici des résultats :

Terre arable :	pour 1 kilog Ni	Co
de Pantchevo (Belgrade)	0 gr. 0136	0 gr. 0028
de l'Institut Pasteur	0 gr. 0174	0 gr. 0037

Les réactifs ont été purifiés avec soin. On aurait donc une dissémination de ces métaux qui, jusqu'ici, n'avaient été signalés que comme métaux localisés et d'origine profonde. A. RIGAUT.

PHYSIOLOGIE. — *I. Athanasiu* (transm. par M. Ch Richet). **Sur l'énergie nerveuse motrice. Electroneurogrammes.**

De l'ensemble de ses recherches sur le courant d'action des nerfs et des centres nerveux qui commandent les mouvements volontaires, l'auteur arrive aux conclusions suivantes.

Le courant d'action suit l'énergie nerveuse dans toutes ses phases ; il est par conséquent l'image fidèle de cette énergie.

L'énergie nerveuse motrice volontaire est de nature vibratoire et présente chez les mammifères entre 300 et 550 vibrations par seconde.

Le chloralose augmente considérablement le nombre des vibrations électroneuromotrices, donc celles de l'énergie nerveuse motrice.

HYDROLOGIE THÉRAPEUTIQUE. — *A. Desgrez*, *H. Bierry* et *F. Rathery* (prés. par M. Ch. Moureu). **Etat d'acidose, méthode d'épreuve et traitement.**

Il y a lieu de distinguer hyperacidité urinaire, acétonurie et acidose. L'état « d'acidose », rencontré chez divers diabétiques et brightiques azotémiques, est décelé par l'épreuve du bicarbonate de soude. La réponse au bicarbonate peut être suivie par les variations urinaires de l'acidité ionique et de l'acide carbonique.

Dans le traitement de l'état d'acidose, il faut donner des bicarbonates alcalins, à doses répétées et suffisantes, pour que la réaction de l'urine se maintienne au voisinage de celle du sang à l'état normal. L'obtention d'une réaction urinaire correspondant à une hyperalcalinité marquée n'est pas exempte de dangers pour certains malades. P. GUÉRIN.

Séance du 17 Juillet 1922

MÉCANIQUE. — *Jules Andrade.* **Les déterminismes mécaniques et la notion de milieu ; orbites pseudo-elliptiques et orbites circulaires.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres* et *V. Burson.* **Recherches sur l'atmosphère des étoiles. Propriétés des étoiles qui ont les mêmes radiations et les mêmes couches de la chromosphère que le soleil.**

Les observations ont été faites avec une petite chambre comprenant un prisme en flint de 61° et un objectif de 0 m. 10 avec une distance focale de 0 m. 80. Les auteurs ont reconnus d'abord cinq étoiles nouvelles montrant les raies brillantes H_2 et K_2, dont l'une est du type G et les autres du type K ; puis deux autres étoiles des types G_5 et M_α, montrant non seulement les raies brillantes H_2 et K_2, mais en leur milieu, les raies noires H_3 et K_3 de la couche supérieure; enfin deux nouvelles étoiles à raies brillantes des types K et G_5 montrant les raies brillantes H_2 et K_2 (ε Pégase) et H_2, K_2 et H_3, K_3 (ζ Dragon). Actuellement le nombre d'étoiles à raies brillantes s'élève à douze, dont, onze des types G et K et une du type M_α.

ASTRONOMIE. — *Jules Baillaud* (prés. par M. B. Baillaud). **Coordonnées du pôle galactique, déduites de la distribution des étoiles dans la zône de Paris du Catalogue astrophotographique.**

Pour notre zone les nouvelles coordonnées satisfont, mieux que les anciennes, à la distribution des étoiles d'une magnitude inférieure à la magnitude 12,5 environ, limite des étoiles sur lesquelles ont porté les dénombrements. Les essais effectués par l'auteur, par tâtonnements, pour voir si une valeur différente de la déclinaison donnerait une représentation plus satisfaisante, l'ont conduit à des résultats négatifs. On paraît donc en droit de conclure que les coordonnées du pôle galactique qui satisfont le mieux à la distribution des étoiles dans la zone de déclinaison +22 sont :

$$AR = 13^h22^m = 200°5, \qquad D = +27°,2 \text{ (1900}$$

PHYSIQUE. — *Jean G. Popesco* (trans. par M. E. Bouty). **Sur la variation de la tension superficielle du mercure dans les gaz.**

Dans une Note précédente (C. R., t. 172, 1921, p. 109) l'auteur a montré la variation de la tension superficielle du mercure dont la surface reste en contact avec l'un des gaz : air, ammoniac ou anhydride sulfureux. Il a poursuivi ses recherches en employant l'hydrogène, l'oxygène et l'anhydre carbonique, et s'est également proposé d'obtenir les valeurs de la tension superficielle aussitôt que possible après la formation de la goutte. Les résultats obtenus sont résumés dans un tableau indiquant la variation totale de la tension superficielle, variation qui est à peu près la même pour la plupart des gaz employés, ce qui paraît confirmer l'hypothèse de l'adsorption.

— *R. de Mallemann* (prés. par M. Brillouin). **Polarisation rotatoire et orientation moléculaire.**

Le calcul a conduit à des formules de dispersion qui sont compliquées dans le voisinage immédiat d'une bande d'absorption, mais qui se simplifient dans la région où l'amortissement est faible. Elles sont alors analogues aux formules classiques. Le pouvoir rotatoire, dû à un même groupe d'électrons, s'annule toujours pour la fréquence d'absorption pour laquelle il change de signe.

SPECTROSCOPIE. — *Lindsay* (trans. par M. E. Bouty). **Sur les limites d'absorption L des éléments Ba — Sb.**

Les recherches ont porté sur le baryum, le caesium, l'iode, le tellure et l'antimoine. Les mesures ont donné les résultats suivants :

	$\lambda.\chi\ 10^{-11}$cm.		
	L_1	L_2	L_3
Ba.....	2.357.7	2.199.5	2.060.2
Cs.....	2.467.8	2.307.3	2.160.5
I.....	2.712.4	2 548.3	2.381.9
T.....	2.847.0	2.683.7	2.502.6
Sb.....	2.994.5	2.831.0	2.632.7

Un deuxième tableau compare les valeurs du doublet de Sommerfeld (exprimés en $\frac{1}{\lambda}$) pour les limites d'absorption ($L_2 - L_1$) et les deux raies $\beta_1 - \alpha_2$ mesurées par Hjalmer.

— *Ch. Fabry* et *H. Buisson* (prés. par M. H. Gramont). **Sur la courbe de repartition de l'energie dans la partie ultra-violette du spectre solaire.**

La méthode de détermination de la courbe de répartition de l'énergie dans un spectre continu, en utilisant comme instrument de mesure un appareil thermométrique, présente des difficultés ; les auteurs en ont employé une autre, moins directe mais plus sûre, qui consiste à opérer par comparaison avec une source artificielle dont la courbe d'énergie est connue. Le seul point délicat ici, est la détermination, faite une fois pour toutes, de la courbe d'énergie d'une source pouvant servir d'étalon. Ils ont choisi comme source de comparaison le cratère positif de l'arc électrique, et admis 3750° comme température absolue de cette source. La comparaison entre le spectre solaire et le spectre de l'arc a été faite par photographie. D'après les résultats obtenus la courbe d'énergie du spectre continu du soleil se rapproche beaucoup, dans la limite observable du spectre solaire, de la courbe d'un corps noir à 6000° absolus. L'énergie de cette portion du spectre, avant son absorption par notre atmosphère, est beaucoup plus grande que ne le suppose Abbot.

— *M. Duffieux* (prés. par M. H. Gramont). **Sur la masse des particules qui émettent le spectre de l'oxyde de carbone.**

La formule $N = k\sqrt{\frac{n}{1}}$ a été appliquée à la recherche de l'origine des spectres de l'azote et de l'oxyde de carbone. L'auteur conclut que les bandes du second groupe positif de l'azote sont dues à l'atome, M = 14, et que parmi celles du spectre de l'oxyde de carbone, l'une (4123) est émise par l'atome de carbone, M = 12, les quatre autres par l'atome d'oxygène, M = 16.

ELECTRICITE. — *Maurice Leblanc.* **Sur les lampes à trois électrodes anode, cathode et grille intermédiaire, où le courant est transporte par des ions et leurs applications.**

Si dans une lampe à trois électrodes et à vapeur de mercure, on rend la grille d'une de ces lampes négative par rapport à la cathode, pendant qu'un courant passe, la grille se recouvre d'ions positifs, annulant l'effet de sa charge et l'on interrompt pas le courant comme avec une lampe à électrons. Mais, si en agissant sur le circuit extérieur à la lampe, on interrompt ce courant, même pour un temps très court, la grille étant négative, celle-ci résorbe les ions positifs déposés sur elle et empêche ensuite l'émission d'électrons par la cathode, comme dans une lampe à électrons. On ne pourra rétablir le courant, tant que la grille demeure négative. Il faut pour cela rendre sa charge nulle ou positive. Les auteurs ont fait deux applications de ces propriétés : 1° Transformation d'un courant continu en courants alternatifs de fréquence élevée ; 2° transformation de courants alternatifs de fréquence élevée en courants alternatifs de fréquence usuelle et variable à volonté.

— *Pierre Lambert* et *A. Audant* (prés. par M. de Gramont). **Dispositif pour la métallisation des grandes surfaces par projection cathodique.**

L'appareil se compose de deux cloches concentriques en verre : l'extérieure, à bourrelet rodé, repose sur une platine en verre ou en fonte émaillée, le joint étant assuré par une couronne de caoutchouc. La cloche intérieure est placée dans une gorge creusée dans la platine et remplie de mercure. Le vide se fait au moyen d'une pompe à mercure de Gaede associée à une pompe préparatoire. Le courant employé est le courant alternatif à 3.000 volts redressé. On peut employer une lampe de T. S. F. à 3 électrodes (puissance 250 wats).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Louis Longchambon* (prés. par M. Fréd. Wallerant). **Sur le pouvoir rotatoire des cristaux et le pouvoir rotatoire moléculaire.**

L'auteur a été conduit aux conclusions suivantes : s'il existe un pouvoir rotatoire de structure, il présente forcément la même dispersion que le pouvoir rotatoire de la molécule. Si au contraire, la dispersion moléculaire et la dispersion structurale ne sont pas forcément les mêmes, il n'existe pas de pouvoir rotatoire de structure. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Mondain-Monval* (transm. par M. H. Le Chatelier). **Sur la préparation du chlorure d'ammonium à basse température.**

Complétant un précédent mémoire (C. R., t. 174, p. 1014) sur la cristallisation de NH^4Cl en présence de NaCl, CO^3Na^2 et $CO^3(NH^6)^2$, l'auteur donne les mesures à 0°, avec les lumières du diagramme carré. Il y a deux plages de cristallisation du carbonate de sodium correspondantes aux hydrates 2,5 H^2O et 10 H^2O. On retrouve l'hydrate à 2,5 H^2O, par broyage du décahydrate avec NaCl et on obtient une liquéfaction due à la séparation de l'eau.

— *A.-C. Vournazos* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur les antimoniobromures complexes mixtes.**

L'auteur poursuit l'étude des anions mixtes triples. Avec HBr gaz, sur SbI^3, on a l'acide antimoniodobromhydrique, dont les sels s'obtiennent facilement par l'action des bromures sur l'iodure d'antimoine dans un solvant organique. Les sels alcalins $[SbBrI^3]^-M_1^+$ sont en cristaux rouges. Les complexe du Zn et du Cd sont de la forme $[SbBr^4I^3]\ M^{++}$. L'existence de $[SbBrI^3]^{-+}$ est prise en évidence par l'étude cryoscopique en solution acétique.

— *Ch. Moureu* et *Ch. Dufraisse.* **Sur l'autoxydation. Le pouvoir antioxygène. Phénomènes divers se rapportant a l'action antioxygène.**

Dans un mémoire précédent (C. R., 30 janvier 1922. *Revue Scientifique*, n°4, 1922) les auteurs ont montré que l'autoxydation d'un grand nombre de corps était entravée par la présence de petites quantités de substances diverses, les phénols en particulier. Ils ont attiré l'attention sur le rôle de ces antioxygènes, notamment en biologie. Les mesures nécessaires ont été faites d'abord avec l'acroléine additionnée de quantités croissantes d'hydroquinone, de $\frac{1}{10}$ à un millionième, placées dans des tubes barométriques avec de l'oxygène sur le mercure. Alors que le vide se fait avec l'acroléine pure, à partir de $\frac{1}{100.000}$, l'autoxydation est très retardée ; elle est annulée pour des concentrations supérieures à $\frac{1}{50.000}$. On opère à la lumière artificielle. On a pu ainsi, sinon encore faire la cinétique du phénomène, du moins classer les activités. Les auteurs ont relevé la bibliographie des phénomènes de retard d'oxydation déjà signalés. Les pouvoirs antioxygènes

seront déterminés après ces premiers essais sur les polyphénols ; la phloroglucine ne retarde pas l'oxydation suivant une courbe continue, il y a un maximum par $\frac{1}{400}$, on constate des accélérations, c'est-à-dire qu'il y a inversion. On a là des modificateurs de vitesse intéressants.

— *L.-J. Simon.* **Sur l'oxydation chromique des homologues de l'acide acétique.**

La méthode au chromate d'argent (C. R., t. 174, p. 1706) appliquée aux acides acycliques, après la méthode à l'anhydride chromique, a permis de fixer le mécanisme de l'oxydation, suivant le schéma :

$$R - CH^2 - CO^2H \rightarrow R - CO - CO\cdot H \rightarrow RCO^2H,$$

L'acide acétique CH^3CO^2H était incomplètement brûlé par CrO^3. Ce mécanisme d'oxydation n'est pas celui qui est employé par les chimistes biologiques, basé sur l'hypothèse de Kopp.

— *M. François* et *L.-G. Blanc* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur une méthode de préparation des iodomercurates d'alcaloïdes à l'état cristallisé.**

Les auteurs, au lieu d'obtenir les iodomercurates à l'état amorphe préparent, avec une technique nouvelle, des précipités cristallins, au moyen de la caféine, la théobromine, la quinine, la morphine, la codéine la cocaïne, la strychnine, la pilocarpine, la spartéine et la quinoléine.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Wahl* et *R. Lantz* (prés. par M. A. Haller). **Sur les oxy-2-aryl-naphtylamines-1.**

Les groupes aryliques de ces nouveaux corps sont le phényl, le tolyl, le méthoxyphényl. On les obtient en faisant réagir à 130° l'α chloro ou bromo-β-naphtol sur l'avylamine. Avec la phénylamine on a avec un rendement de 90 p. %.

$$C^{10}H^6 \begin{cases} NHC^6H^5 \\ OH \end{cases}$$

On obtient ainsi de nouvelles matières premières pour l'industrie des colorants. A. Rigaut.

BOTANIQUE. — *Paul Vuillemin.* **Légitimité des genres *Laverania* et *Nocardia*.**

Le genre *Laverania*, Grassi et Feletti 1889, ne doit pas disparaître devant le prétendu genre *Plasmodium* Marchiafava et Celli 1885. Le genre *Nocardia* de Toni et Trevisan 1889, créé pour des Champignons dont les filaments se fractionnent en arthrospores, comme ceux des *Mycoderma*, ne fait pas double emploi avec les genres *Oospora*, *Streptothrix*, *Actinomyce*, etc. Ces deux genres sont légitimes et leurs noms doivent subsister comme un hommage rendu à deux illustres savants français par leurs émules d'Italie.

GÉOLOGIE. — *René Abrard.* **Sur la présence de *Nummulites variolarius* Lmk. sp. dans les sables de Cresnes, de Marines et du Ruel et sur sa signification.**

Les sables du Ruel et de Marines renferment en abondance *Nummulites variolarius*. La même espèce se retrouvant, mais moins fréquente, dans les sables de Cresnes, ne caractérise donc point l'Auversien.

Il faut renoncer à considérer comme synchroniques les sables du Ruel et de Cresnes à *Num. variolarius*, d'une part, et le Wemmelien et le Barton Clay à *Num. wemmelensis* d'autre part ; le Wemmelien et le Barton Clay correspondent à des niveaux plus élevés que les sables de Marines et de Cresnes.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *P. Lavialle* et *J. Delacroix* (prés par M. Guignard). **La paroi du pistil et du fruit dans le genre *Euphorbia*.**

L'existence régulière de poils d'origine endocarpique, plus ou moins abondants, dans les loges du pistil des Euphorbes, rapproche la famille des Euphorbiacées de celle des Malvacées et plus particulièrement de la tribu des Bombacées.

L'appareil mécanique qui intervient activement dans la déhiscence et dans la force des valves du fruit des Euphorbes, tire exclusivement son origine de l'endocarpe et des deux assises du parenchyme carpellaire situées au contact immédiat de cet endocarpe.

PHYSIOLOGIE. — *J. Athanasiu* et *L. Ball.* **L'enregistrement des vibrations longitudinales du muscle pendant la contraction volontaire.**

Les auteurs ont enregistré simultanément, à l'aide de deux galvanomètres à corde, le courant d'action des muscles fléchisseurs des doigts et leurs trémulations longitudinales, pendant l'effort volontaire. Le tracé de ces dernières présente de nombreuses inflexions : les unes, de grande amplitude (10 à 12 par seconde) ; les autres, de petite amplitude, beaucoup plus nombreuses (90 à 120 par seconde), en parfaite concordance avec les grandes oscillations de l'électromyogramme. Cette concordance prouve qu'elles ont la même origine. On doit donc les considérer comme une représentation fidèle des secousses qui constituent la contraction volontaire du muscle.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Pierre Girard*, *W. Mestrezat* et *Li-Shou-Houa* (prés. par M. G. Urbain). **Schème physique de la perméabilité sélective des cellules vivantes aux différents ions.**

Les auteurs ont étudié les perturbations apportées dans les vitesses de passage des anions et des cations d'une solution diffusant vers l'eau pure, à travers un septum polarisé. Ils ont constaté que ce septum se comporte comme un modificateur sélectif de la mobilité des cations, favorisant le passage des uns (H), mettant obstacle au passage des autres (Ba, Mg, etc.).

En ce qui concerne les anions, les conditions des expériences étaient telles que les concentrations, les valences et les mobilités étaient les mêmes (ou très voisines) pour les anions du sel et ceux de l'acide ; il n'y avait donc *a priori* aucune raison, les conditions électrostatiques restant aussi les mêmes, pour que le passage des uns ou des autres se trouvât favorisé. Cependant l'inégalité des débits fut un résultat constant des expériences.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mlle Marthe Giraud*, *Gaston Giraud* et *L. Parès*. **Recherches expérimentales sur la genèse de la crise hémoclasique des irradiations intensives.**

La crise hémoclasique que l'on observe à la suite de l'irradiation intensive est bien en rapport avec les réactions intimes des tissus irradiés eux-mêmes. Tout se passe comme si les tissus élaboraient d'emblée, sous l'influence d'une application intensive de rayons X, des substances génératrices de choc, qui se déverseraient dans la circulation générale : albumines plasmatiques ou tissulaires, bouleversées dans leur équilibre colloïdal, ou même plus gravement atteintes encore et frappées à mort.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L. Panisset*, *J. Verge* et *E. Grasset* (prés. par M. E. Leclainche). **La réaction de fixation dans le diagnostic de la tuberculose des Bovidés.**

La réaction de fixation appliquée au diagnostic de la tuberculose des Bovidés est d'une spécificité relative

et limitée. Elle est d'autant plus nette qu'il s'agit d'un processus tuberculeux en activité ou de lésions en voie d'évolution.

La méthode peut être appliquée au diagnostic de la tuberculose des vaches laitières ; elle mérite d'être préconisée dans la prophylaxie de la tuberculose par la méthode d'Ostertag. Les individus donnant une réaction de fixation positive forte devront être éliminés.

CHIRURGIE. — *Denucé* (prés. par M. Bazy). **Traitement des luxations congénitales de la hanche.**

C'est par la suppression de toute manœuvre de force que le procédé de l'auteur diffère de ceux de Lorenz et de Hoffa. La réduction se fait sous anesthésie générale. La manœuvre que l'auteur exécute peut être résumée par les mouvements suivants : flexion forcée et adduction de la cuisse ; pression sur le genou ; accrochage de la tête fémorale par les doigts qui vont la conduire dans la cavité cotyloïde pendant le mouvement de circumduction que l'on fait exécuter au fémur qui, à la fin du mouvement, sera étendu.

P. GUÉRIN.

Séance du 24 juillet 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Abramesco* (prés. par M. Appell). **Sur les séries de polynomes à deux variables complexes.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Paul Dienes* (prés. par M. Jacques Hadamard). **Sur le déplacement des tenseurs.**

ELASTICITÉ. — *Farid Boulad Bey* (prés. par MM. d'Ocagne). **Sur la recherche géométrique des efforts intérieurs et des déplacements autour d'un point dans un corps élastique.**

PHYSIQUE. — *G. Athanasiu* (transm. par M. E. Bouty). **Actinomètre à électrodes de mercure halogénées ou sulfurées.**

Les expériences faites par E. Becquerel en 1839 avaient établi que la lumière peut produire une différence de potentiel entre deux électrodes immergées dans un même électrolyte. A la suite d'observations faites sur les électrodes de mercure ayant séjourné plusieurs heures dans l'acide chlorydrique étendu, M. Athanasiu a constaté que l'on peut faire des actinomètres avec des électrodes de ce métal, recouvertes de couches très minces des composés tels que $Hg^2\ I^2$, $Hg^2\ Br^2$, $Hg^2\ Cl^2$, $Hg\ F^2$ et Hg S.

SPECTROSCOPIE. — *St. Procopiu* (prés. par M. A. de Gramont). **Sur les variations des spectres d'arc du mercure avec les conditions d'émission.**

Les expériences antérieures de MM. A. de Gramont et Hemsalech (C. R. 1920 et 1921) avaient montré que les spectres d'arc des métaux à point de fusion peu élevé subissaient des variations, lorsqu'au lieu d'établir l'arc entre charbons renfermant des métaux, on l'établit entre les métaux eux-mêmes secs ou mouillés. M. St. Procopiu, en étudiant l'arc au mercure dans le vide, a trouvé quelques autres différences et il a été conduit à conclure que pour obtenir les termes qui manquent dans les séries spectrales des métaux, il faut opérer avec l'arc dans le vide et sous le régime le plus faible possible.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle I. Curie* (prés. par M. Urbain). **Détermination de la vitesse des rayons α du polonium.**

L'auteur a déterminé la vitesse d'émission des rayons α du polonium, afin de la comparer à celle que l'on déduit d'après le parcours des rayons α par l'application de la loi de Geiger, et par comparaison avec la vitesse d'émission des rayons α du Ra C, dont la détermination précise a été faite par M. Rutherford. Mlle Curie a trouvé que le rapport des vitesses d'émission des rayons α du polonium et du Ra C était de 0.829 ; M. Geiger avait trouvé 0.826.

ELECTRICITÉ. — *Paul Sacerdote* et *Pierre Lambert*. **Nouveau procédé pour déceler la présence d'un sous-marin (1).**

Les procédés proposés pour la recherche des sous-marins sont pour la plupart des procédés *acoustiques*. MM. Sacerdote et Lambert se basent sur l'électricité : le sous-marin révèle sa présence par la différence de sa conductibilité électrique avec celle de l'eau de mer.

Les expériences faites en vue d'applications pratiques ont donné des résultats appréciables, tout en faisant apparaître quelques difficultés qui pourraient très probablement être surmontées à l'aide des moyens plus sensibles dont on dispose actuellement pour déceler des courants alternatifs très faibles.

MÉTÉOROLOGIE. — *Octave Mengel* (prés. par M. Bigourdan). **Sur la chute des poussières dites « pluies de sang » ; remarque relative à la neige colorée du 12 mars 1922 en Briançonnais.**

L'analyse de la neige tombée le 12 mars avait décelé la présence d'une poudre ocreuse, dont le point de départ avait été attribué, avec des réserves, il est vrai, à une région du Vaucluse. M. Mengel, à la suite d'observations sur la situation atmosphérique du début de mars, a été conduit à faire ressortir le bien fondé de l'origine saharienne de la poussière ocreuse du Briançonnais, envisagée tout d'abord par MM. Pons et Remy ; en outre, les « pluies de sang » constatées à différentes époques, et en des lieux divers, n'auraient pas d'autre origine.

ELECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Maurice Leblanc*. **Sur l'électrification des chemins de fer au moyen de courants alternatifs de fréquence élevée.**

Il est difficile d'embarquer, sur un véhicule animé d'une grande vitesse, des courants très intenses au moyen d'un contact glissant. L'auteur décrit un dispositif supprimant ce contact, et permettant d'envoyer dans la ligne de transport des courants de très haute tension, en même temps qu'on peut recueillir des courants de tension modérée sur le train, soit de 75 volts environ par voiture. La ligne constitue, en effet, le circuit primaire d'un transformateur dont le circuit secondaire est le circuit induit porté par les voitures. Tous les appareils de transformations sont statiques, à l'exception d'un commutateur qui ne coupe que des micro-ampères, et les appareils de contrôle se réduisent à une bobine de self-induction variable et au très petit rhéostat destiné à régler la vitesse du commutateur. Enfin il permet de n'employer que des moteurs d'induction à cage d'écureuil.

L. FRANCHET.

CHIMIE. — *Ch. Moureu*. **La troisième Conférence internationale de la Chimie pure et appliquée.**

M. Ch. Moureu, président de l'Union internationale de la Chimie, fait part à l'Académie, des travaux de la Conférence tenue à Lyon (27 juin-1er juillet), dont les comptes rendus seront prochainement publiés. Nous avons annoncé déjà que la quatrième conférence, présidée par Sir William Pope, aurait lieu à Cambridge, du 17 au 23 juin 1923. L'Union forme dès aujourd'hui une des plus importantes sections du Conseil international des recherches. La Commission des Eléments chimiques, présidée par M. Urbain, sera bientôt en mesure de donner à la Science de nouvelles réalités expérimentales. Deux nouveaux membres ont été désignés pour cette Commission, MM. Baxter (Etats-Unis) et Leduc (France).

(1) Pli cacheté déposé le 23 avril 1917 et ouvert le 26 juin 1922.

L'acide benzoïque a été adoptée comme étalon pour la détermination de la capacité thermique des appareils de mesures calorimétriques. On prendra, provisoirement pour la chaleur de combustion de 1 gr. d'acide benzoïque, (pesé dans l'air) la valeur de 6324 calories.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignara* et *A. C. Purdy*. **Sur l'oxyde d'éthyle α-β' dichloré.**

Quatre isomères sont prévus : $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, $\alpha'\beta$, $\alpha\beta'$ mais les trois premiers étaient déjà connus... Pour préparer l'isomère $\alpha\beta'$

$$CH^2 - CHCl - O - CH^2 - CH^2Cl$$

on fait passer HCl sec, dans un mélange de monochlorhydrine éthylénique et de paraldéhyde ; en refroidissant, on obtient en même temps, par une action secondaire, l'acétal $\beta'\beta''$ dichloréthylique.

— *P. Lebeau* et *M. Picon* (prés. par M. Haller). **Sur les réactions fournies par le sodammonium avec les carbures d'hydrogène.**

Le sodammonium est sans action sur les carbures saturés, éthylèniques, terpéniques, la benzine et ses homologues. La réaction a lieu avec les carbures polycycliques, comme le stilbène, l'anthracéne, le diphényle, la napthaline, le phénanthracène. On a d'abord, tant que la température reste vers —40°, des dérivés sodés colorés qui se décomposent déjà à —10° en carbure hydrogèné et amidure de sodium. On peut obtenir les dérivés sodés avec les carbures acétylèniques ; ainsi avec l'allylène, on obtient 66 % d'allylène sodé avec 33 % de propylène. A. Rigaut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Emile-F. Terroine* et *René Wurmser* (prés. par M. Guignard). **L'utilisation des substances ternaires dans la croissance de l'*Aspergillus niger*.**

Les résultats exposés dans cette Note concernent le rapport d'utilisation matérielle, c'est-à-dire le rapport du poids sec de mycélium formé au poids de substance ternaire qui disparaît au cours de la croissance pour fournir le carbone et l'énergie nécessaire aux synthèses.

L'identité du rapport d'utilisation pour tous les sucres étudiés prouve que l'énergie nécessaire pour l'édification du mycélium, c'est-à-dire l'énergie de synthèse, ne dépend pas de la composition ni de la structure du sucre. L'énergie de synthèse correspondant à la formation du mycélium aux dépens de l'azote des nitrates est plus grande que celle correspondant à sa formation à partir de l'azote ammoniacal, de la guanidine, de l'urée et de l'acide azotique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). **Hérédité des caractères physiologiques chez les hybrides d'Orges (deuxième génération).**

L'étude des hybrides de première génération entre *Hordeum midum* L. et *H. trifurcatum* Schlecht, différant par la compacité des épis ou par la sexualité des épillets latéraux, montre que, si les caractères ornementaux et superficiels (barbes) suivent dans leur transmission à peu près les règles mendéliennes, les caractères essentiels de la sexualité des épillets, de leur condensation sont, au contraire, sous la dépendance directe des facteurs de la croissance et, en définitive, de l'agencement cellulaire qui, lui, est une mosaïque. Or, ces caractères physiologiques sont précisément ceux qui déterminent les rendements élevés.

BOTANIQUE. — *Paul Becquerel* (prés par M. L. Mangin). **La théorie du mériphyte devant les phénomènes de l'ontogénie vasculaire.**

Les phénomènes des trois phases de l'évolution vasculaire se retrouvent intégralement dans l'ontogénie de la plantule du Lupin comme dans celle de la Mercuriale. Ils sont l'expression exacte de la loi de l'évolution vasculaire qui ne comporte aucune part d'hypothèse, ni d'interprétation.

Ces phénomènes de différenciation vasculaire n'ont aucune relation avec les phénomènes secondaires postérieurs de l'accroissement intercalaire survenant après coup, et que l'on invoque à tort pour supprimer la loi de l'évolution vasculaire. Il n'y a donc pas lieu, dit l'auteur, de persister à confondre l'accélération basifuge, dans la marche de la différenciation vasculaire, avec un phénomène mécanique d'élongation de vaisseaux déjà différenciés qui n'a même pas le mérite d'expliquer leur cytolyse.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *A. Pézard* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Notion de « seuil différentiel » et masculinisation progressive de certaines femelles d'oiseaux.**

Les résultats expérimentaux relatifs à l'action de l'ovaire sur le plumage des oiseaux (1° action empêchante ; 2° tout ou rien ; 3° seuil différentiel) permettent à l'auteur d'expliquer, par la seule intervention des hormones, des anomalies assez complexes qui semblaient en désaccord avec les théories récentes de l'endocrinologie.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (prés. par M. Hennegny). **Le mode d'édification du vomer définitif au cours de la métamorphose chez les Salamandridœ.**

L'auteur a établi le mode d'édification du vomer définitif chez *Salamandra maculosa* Laur et chez *Amblystoma Figrinum* Green. De l'examen des processus par lesquels s'édifie ce vomer définitif, on doit conclure qu'il est entièrement nouveau et qu'aucune partie de l'arc denté voméro-ptérygo-palatin larvaire n'entre dans sa composition.

THÉRAPEUTIQUE. — *Paul Carnot* et *Marc Tiffeneau* (prés. par M. Roux). **Sur un nouvel hypnotique de la série barbiturique : la butyl-éthyl-malonylurée.**

La série des éthylalcoylmalonylurées a fait, de la part des auteurs, l'objet de recherches approfondies. Parmi les dialcoylmalonylurées dissymétriques, les termes en C^{10} et C^{11} sont de beaucoup les plus actifs. La butyléthylmalonylurée paraît particulièrement indiquée pour l'emploi thérapeutique, à cause de sa plus grande solubilité dans l'eau qui la rend plus rapidement active et qui facilite son élimination. Elle est trois fois plus active que le véronal. P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chemical Technology and analysis of oils, fats and waxes, par le Dr J. Lewkowitsch. *Sixième édition*, publiée par G.-H. Warbuton. Tome I, 1 vol. in-8°, relié, de 682 pages avec 59 figures. Macmillan and Co Ltd. St. Martin's Street, London. Prix : 36 sh.

Tous les chimistes, agronomes, pharmaciens, hygiénistes et industriels qui s'intéressent d'une manière quelconque aux graisses, aux huiles et aux cires apprendront avec plaisir la publication de cette nouvelle édition du traité de Lewkowitsch. Depuis de longues années cet excellent ouvrage leur rend les plus grands services ; ils savent qu'il n'existe pas, sur le sujet dont il traite, une recueil plus complet d'ordre théorique et pratique, une source de renseignements exacts

et précis mieux tenue au courant des progrès de la science et de la technique.

Ils en auront encore la preuve en consultant cette sixième édition, qui a été complètement remaniée et enrichie de nombreuses données acquises par les spécialistes depuis 1913 et qui se rapportent surtout aux corps gras peu connus ou peu employés.

Le tome I n'a pas été l'objet de profondes modifications et il a été surtout l'objet d'une mise à jour. Il est consacré aux généralités sur la chimie des graisses, des huiles et des cires, ainsi qu'aux méthodes d'analyses établies spécialement en vue de l'étude de ces substances. L'étendue même de ces deux sujets m'empêche de donner un compte rendu détaillé de ce volume ; je signale simplement sa richesse en indications bibliographiques qui en doublent sa valeur pratique. Bien que m'en servant constamment au cours de recherches biochimiques ou thérapeutiques, il ne m'est pas encore arrivé de le consulter en vain et, de même que tous les chimistes qui le connaissent, je le considère comme un vade-mecum indispensable dans tout laboratoire. Les services qu'à lui seul il est capable de rendre font souhaiter la prompte publication des tomes II et III réservés à l'étude détaillée des corps gras et des procédés qui permettent de les extraire et de les purifier.

Dr A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

A Text-book of European archæology by, R.-A.-S. Macalister, Professor of Celtic Archæology University college Dublin. T. I. The palæolithic period. In-8° de 610 pages, avec 184 figures. Cambridge University Press (C. F. Clay, manager, Fetter Lane E. C. 4, London). — Prix : 50 sh.

L'ouvrage très important, dont M. Macalister publie le premier volume, vient combler une lacune dans la littérature archéologique de l'Angleterre. Il offre également un très grand intérêt et à plusieurs titres, pour les préhistoriens français : c'est une œuvre entièrement personnelle qui complète sur bien des points le *Manuel* de Déchelette ; en outre, il développe, au point de vue préhistorique, les principes émis par M. Boule dans son remarquable livre *Les Hommes fossiles ;* enfin M. Macalister, en faisant ressortir que c'est en Europe seulement que peuvent être étudiées le plus complètement les origines de l'Humanité, adopte la chronologie française et nous retrouvons dans son livre toutes les grandes découvertes faites en France.

Après les préliminaires nécessaires, relatifs à la géologie, l'auteur consacre un chapitre très substantiel à la Paléontologie quaternaire, chapitre dans lequel tous les types figurés sont empruntés à l'art paléolithique ; il adopte les idées de Boule, Obermaier et Schmitt relatifs au synchronisme paléolithique. Avec l'étude des caractères de l'homme et celle des races, il aborde les questions de langage, de culture intellectuelle, d'organisation sociale et religieuse, nous donnant un aperçu de l'ensemble des connaissances actuelles sur l'anthropologie générale.

Au point de vue des origines industrielles, il montre le plus grand scepticisme à l'endroit des éolithes : la distinction entre les silex *utilisés* et les silex *taillés* lui semble bien subtile : il avoue en toute franchise qu'il ne comprend pas (I confess my complete inability to understand it) et il n'est pas le seul !

Il consacre, cependant, une longue discussion aux silex tertiaires en donnant les opinions de tous les spécialistes qui se sont occupés de cette importante question. En résumé, il se range complètement à l'opinion de M. Boule (même en ce qui concerne les silex trouvés par M. Reid Moir).

Il n'accepte pas, et avec raison, l'existence de la poterie au paléolithique, contrairement à l'opinion des préhistoriens belges. Du reste, d'une manière générale, la préhistoire belge semble lui apparaître comme étant encore quelque peu confuse : il est cependant regrettable qu'il n'ait pas accordé une attention spéciale aux grands travaux que poursuivent actuellement MM. Hamal-Nandrin, Servais et Fraipont, qui sont en voie de nous apporter des documents tout à fait nouveaux sur la Belgique préhistorique.

M. Macalister, a conservé le terme de « Mésolithique » donné par J. de Morgan, en 1909, à la période intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique, période allant de l'Azilien à la fin du Campignien. Je crois que la théorie du « Mésolithique » disparaîtra un jour devant les faits qui tendent de plus en plus à prouver que toutes les formes industrielles paléolithiques depuis le Chelléen jusqu'à la fin du Magdalénien se continuent, à côté de formes nouvelles, dans tout le Néolithique et même, pour certaines d'entre-elles, *pendant le Bronze I* (notamment les grattoirs carénés aurignaciens du type Tarté). Il n'y a pas eu de période de transition nettement tranchée puisque dans la plupart des cas, les outils en silex trouvés en surface peuvent être attribués, au point de vue morphologique, aussi bien au Paléothique qu'au Néolithique (en dehors bien entendu des formes nouvelles, néolithiques).

La question d'une période de transition entre le Paléolithique et le Néolithique ne pourra être discutée que lorsque nous serons mieux documentés sur les origines de la civilisation néolithique et il est trop tôt pour parler de période Mésolithique.

M. Macalister a traité le Campignien avec des développements qui font complètement défaut dans le *Manuel* de Déchelette. Il a compris, mieux que les autres auteurs, que le Campignien ne se limitait pas, en Europe, à la station du Campigny : les préhistoriens lui sauront gré de n'avoir pas négligé ce très important stade de la civilisation et de n'avoir pas suivi, en cela, les errements habituels.

En ce qui concerne le Tardenoisien, il est d'avis, avec beaucoup de raison, que cette prétendue période n'est qu'un faciès industriel ne pouvant constituer une phase spéciale de la civilisation. Du reste, aucune époque bien fixe n'a pu être attribuée, jusqu'ici, au Tardenoisien que l'on rencontre *en place* jusque dans l'âge du Bronze.

Le beau travail dont M. Macalister publie le premier volume est, je le répète, complètement différent de celui de Déchelette et il ne sera guère possible de les séparer lorsqu'on aura des recherches à effectuer. Nous désirons vivement que le savant professeur de Dublin fasse paraître le plus tôt possible les trois volumes suivants.

L. Franchet.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 16 — 60e ANNÉE — 26 AOUT 1922

LE TRAVAIL DU REIN, LES GLYCOSURIES

Les phénomènes mécaniques sont, en général, plus perceptibles que les phénomènes physiques, car les premiers témoignent d'une puissance qui semble d'autant plus grande que l'énergie produite par les seconds nous apparaît comme très faible. Ainsi, la chute d'un bloc du sommet d'une montagne au fond d'une vallée frappe notre esprit au point de vue de la transformation de l'énergie potentielle en force vive, tandis que la fusion silencieuse de la neige sous l'influence de la chaleur tiède du printemps se présente comme l'effet d'une faible réaction thermique : par conséquent, malgré les apparences, la thermodynamique nous démontre que les phénomènes physiques produisent des réactions parfois supérieures à celles que donnent les phénomènes mécaniques.

Nous rappellerons brièvement qu'une calorie équivaut à 425 kilogrammètres et, en tenant compte de cette équivalence, si la force nécessaire pour élever un bloc de granit jusqu'au dôme de l'Escurial était transformée en chaleur, celle-ci serait insuffisante pour échauffer l'eau d'une baignoire.

Donc, si on se base seulement sur les apparences, relativement à l'étude des diverses fonctions de l'organisme humain, les fonctions musculaires devraient être considérées comme celles qui absorbent le plus d'énergie, alors que celles qui, extérieurement, se manifestent très peu, seraient jugées comme n'en consommant qu'une très petite quantité.

On en pourrait ainsi conclure que l'énergie nécessaire au biceps d'un athlète est supérieure à celle qui est indispensable aux glandes pour assurer leur fonctionnement.

Or, il n'en est rien, car d'après les mesures effectuées par Barcroft et plusieurs autres savants, le muscle consomme, par kilogramme et par minute, 4 cm³ d'oxygène, tandis que les glandes consomment, pour les mêmes unités, et en état de repos, 25 à 40 cm³ de ce gaz (1). Ces chiffres montrent donc bien que les glandes ont besoin de grandes quantités d'énergie pour s'acquitter de leurs fonctions particulières.

Le rein et le pancréas consomment respectivement 35 à 40 cm³ d'oxygène et ces chiffres doivent être triplés (d'après Barcroft et Brodie) lorsque ces organes sortent de l'état de repos. Par conséquent le rein occupe la première place dans l'échelle des consommations et il la doit à son activtié continuelle, et non pas intermittente comme celle des glandes digestives.

Quel est donc le travail de la sécrétion urinaire qui nécessite un nombre aussi élevé de calories ou, en d'autres termes, une aussi grande quantité d'élément comburant?

Dans l'acte physiologique de la sécrétion urinaire, il se réalise un travail qui, malgré son énorme importance, passa inaperçu, jusqu'à ce que la découverte des membranes semi-perméables conduisît à la mesure de la pression osmotique des dissolutions.

L'urine s'élabore au détriment du sang dont le sérum se solidifie à la température de — 0°56,

(1) E. LAMBLING. Précis de Biochimie.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

le rein augmentant la concentration moléculaire du liquide éliminé jusqu'à ce que son degré cryoscopique descende, comme terme moyen, à — 1°68. Rapportant ces valeurs thermométriques à celles de la pression osmotique, on peut donc dire que dans l'élaboration de l'urine, les pressions osmotiques montent de 7 à 21 atmosphères (1).

Une grande énergie mécanique est nécessaire pour comprimer un gaz de façon à réduire son volume au tiers, mais il faut une énergie physique beaucoup plus considérable pour réduire dans la même proportion une dissolution aqueuse, ce qui triple la concentration moléculaire et par conséquent la pression osmotique. En fixant à 1.500 centimètres cubes le volume de l'urine émise en 24 heures, il résulte que le rein doit, en plus des opérations sélectives, repasser 3 litres d'eau, phénomène analogue à celui qui a lieu dans une saline où l'eau de mer est réduite au tiers de son volume en exigeant un nombre de calories qui soit en rapport avec la chaleur latente de l'évaporation de l'eau.

Bien que la glande rénale élabore quelques-uns des principes dont l'ensemble constitue la sécrétion urinaire (tels que l'acide hippurique, associant l'acide benzoïque et la glycocolle, et la créatinine produite par la déshydratation de la créatine) tous les autres préexistent dans le sang où ils prennent naissance par catabolisme. Par conséquent, la principale fonction de la glande est de transformer la dissolution sanguine étendue en une dissolution concentrée par élimination du dissolvant; ce travail physique dont on peut démontrer la réalité par la mesure de la pression ōsmotique, exige une dépense considérable d'énergie (2).

Le rein étant une glande très vascularisée, consommant une grande quantité d'oxygène avec des exigences proportionnellement supérieures à celles des autres organes; on est obligé d'admettre une importante combustion de sucre dans ses tissus, combustion indispensable pour la production des calories qui, en 24 heures, doivent réduire 4.500 cm³ de dissolution à 1.500 cm³ en rendant au sang trois litres de dissolvant.

On pourrait objecter à cette théorie de l'élaboration urinaire que, des dissolutions colloïdales, il serait possible de séparer la substance dissoute sans aucun travail physique appréciable, comme pour la baryte que l'on sépare par précipitation par l'acide sulfurique, mais dans le cas présent une telle réaction est impossible parce qu'il n'y a pas de modification dans l'état physique des espèces chimiques, celles-ci passant du liquide sanguin dans le liquide urinaire; l'augmentation de la concentration peut seulement se concevoir par un processus analogue à celui de l'évaporation : la grande consommation d'oxygène semble bien venir à l'appui de cette hypothèse.

Tout ce qu'on connaît de l'anatomie et de la physiologie du rein corrobore cette conception. On admet qu'une partie du liquide résultant de la filtration du plasma sanguin dans le glomérule est réabsorbé par l'anse de Henle et pour effectuer ce travail de réabsorption, le vaisseau efférent de l'artériole du glomérule se recapillarise en s'étendant par le parenchyme rénal (fin filet dont les mailles s'entremêlent avec les tubes urinifères, les dernières capillaires étant la véritable origine de la veine rénale). Le soigneux et copieux arrosage sanguin démontre l'importance du travail qui doit s'opérer dans le segment, travail physico-chimique devant avoir pour but de vaincre l'énorme pression osmotique lors de l'expulsion du liquide et qui nécessite le concours de l'oxygène, concours très apparent car lorsqu'on administre des diurétiques, comme dans le cas d'une injection intraveineuse d'urée, la consommation normale d'oxygène peut augmenter jusqu'à être quadruplée.

La relation entre le travail physique et la consommation d'oxygène étant établie, on peut se demander quel est l'emploi immédiat de l'élément comburant et quelle est la substance brûlée?

Dans les théories proposées pour expliquer le rôle éliminatoire de la glande rénale, soit la théorie mécanique de Ludwig qui se limite à la comparaison d'un filtre à pression, soit la théorie physiologique de Heindenhain qui admet des phénomènes de sélection dans les cellules des différentes parties de la glande, on soutient ordinairement que, dans l'état normal, la glycose du sang, malgré son caractère de cristalloïde, ne pénètre pas dans le rein, puisqu'on ne la retrouve pas dans l'urine de l'individu sain et qu'on constate sa présence dans les glycosuries pathologiques.

Aujourd'hui, il est généralement admis que la glucose, en s'oxydant, devient la génératrice immédiate du travail musculaire et, soit par des observations directes, soit, dans d'autres cas, par des déductions logiques, on est arrivé à considérer le sucre comme la source énergétique du travail physiologique. On suppose que les grais-

(1) CORRACIDO. Tratado de Quimica biologica, p. 38, 2e édit., 1917.

(2) CORRACIDO. Au. Soc. Esp. Fjs. y Quim. T. V. p. 49. 1907.

ses doivent être d'abord transformées en sucre afin que les tissus puissent effectuer leur combustion, et on peut dire du sucre qu'il est seulement le charbon capable d'être brûlé dans la machine vivante : en étendant cette théorie au travail rénal, pourquoi n'admettrait-on pas que la glucose pénètre dans le rein et que l'oxygène consommé par celui-ci la brûle pour produire le travail physique de la concentration moléculaire élévatrice de la pression osmotique?

Dans le travail physiologique, il y a coordination des divers facteurs et l'oxygène exigé par l'appareil rénal assure, sans discontinuer, la combustion complète de la glucose apportée par le sang. Grâce aux proportions très exactes du comburant et du combustible, la glucose n'apparaît pas dans l'urine, car la combustion s'opère au fur et à mesure que les nécessités énergétiques l'exigent pour déterminer l'élévation de la pression osmotique très au-dessus de son point initial.

La glucose doit normalement pénétrer dans le parenchyme rénal et là être complètement brûlée, car l'organe, fonctionnant comme appareil distillatoire sur la dissolution qui se solidifie à 0°56, lui fait atteindre son point de concentration.

Arthus, dans son *Précis de Physiologie* (1), dit que les lois physiques ne permettent pas d'expliquer l'absence de la glucose dans l'urine : ce serait exact si tout se rapportait à des phénomènes de filtration et de dialyse, mais il faut tenir compte de la dépense indispensable d'énergie dans le phénomène sécrétoire qui nécessite une combustion par l'oxygène pénétrant en grande quantité dans l'appareil sécréteur.

La glucose n'apparaît pas dans l'urine pour la même raison que le glycogène et même la glucose disparaît du muscle lorsque son travail se prolonge.

Si nous nous plaçons à ce nouveau point de vue, comment pourrons-nous établir, par le raisonnement, le mécanisme des glycosuries? Que se produit-il dans de tels états pathologiques pour que la glucose apparaisse dans l'urine alors que, dans l'état normal, celle-ci n'en contient point?

On peut ramener les glycosuries à deux types, l'un ayant son origine dans l'hyperglycémie, l'autre, au contraire, prenant naissance sans qu'il y ait augmentation de la glucose contenue normalement dans le sang.

La teneur physiologique du sucre hématique peut être fixée à 1,5 pour 1.000, mais, pour des raisons qu'il est impossible de développer ici, elle peut devenir double ou triple lorsque la substance passe dans l'urine où on explique son apparition en supposant à la glande rénale une incapacité s'opposant à sa sortie : elle ne traverserait pas alors le parenchyme.

Ne pourrait-on expliquer le phénomène par la présence d'un excès de sucre par rapport à l'oxygène absorbé par la glande : le comburant serait insuffisant pour brûler le combustible.

D'une manière analogue, une ingestion excessive de glucose provoque l'hyperglycémie dont la cause provient d'une insuffisance des mécanismes physiologiques qui, ne pouvant plus alors transformer en glycogène l'excès de glycose ingéré, constituent des glycoprotéïdes en quantité supérieure à la normale.

La leucocytémie provoque aussi une abondante excrétion d'acide urique par suite de la dégradation des purines résultant d'une destruction exagérée de matière nucléinique : l'uricolyse est insuffisante pour convertir la totalité de l'acide en alantoïne et en urée.

Si la structure du tissu rénal s'opposait au passage de la glucose lorsque la filtration du plasma sanguin s'effectue, la résistance serait plus grande dans l'hyperglycémie, parce que les solutions concentrées se filtrent plus difficilement que celles qui sont étendues et, en supposant seulement une altération avec affaiblissement fonctionnnel de l'organe filtrant, on pourrait expliquer la glycosurie correspondant à l'hyperglycémie. Mais on observe tout le contraire en voyant se développer une activité et une énergie plus grandes du rein dans les cas de diabète sucré. Non seulement la quantité d'urine que la glande sécrète est alors plus considérable, mais aussi la concentration et, par conséquent, plus grand aussi doit être le travail physique indispensable à l'élévation de la pression osmotique.

Le rein lutte doublement dans les premiers temps de la glycosurie, mais sans affaiblissement fonctionnel, pour rendre au sang la plus grande quantité possible d'eau, malgré l'exagération de la polyurie. Il est illogique de supposer qu'un organe qui se présente dans toute son intégrité physiologique se refuse à remplir sa fonction habituelle : cependant la contradiction disparaît si on admet que, la glucose traversant toujours le rein, l'oxygène disponible la détruit totalement si elle est normale, et partiellement seulement si elle est en excès, comme dans le cas d'hyperglycémie.

(1) Arthus. Précis de Physiologie, 3e édition, page, 351.

Elaborer en 24 heures une quantité d'urine parfois supérieure à 4 litres, de densité élevée et si concentrée que son degré cryoscopique est inférieure à — 2°, représente une augmentation si considérable de la puissance physiologique du rein (dans son incessant labeur quotidien) qu'il semble bien étrange qu'on veuille expliquer le phénomène en supposant à l'organe une véritable impotence. On ne peut nier que cet excès de travail conduise à une fatigue qui transforme les glycosuriques en albuminuriques, mais avant d'en arriver là on ne comprend pas que le rein donne une marque de faiblesse lorsqu'il répond aux exigences croissantes du stimulant morbide avec une activité fonctionnelle plus grande.

La glycosurie, sans hyperglycémie, la plus connue est la phlorizinique qui peut être prise comme type des rénales.

En administrant la phlorizine (glycoside extrait de l'écorce de la racine de certains arbres fruitiers) la glycosurie apparaît : cette apparition est presqu'instantanée lorsque le glycoside est administré en piqûres par l'artère rénale, suivant le procédé de Zuntz, mais il n'y a aucune modification dans la teneur physiologique de la glucose dans le sang. L'effet est si immédiat et si local que si, deux minutes après l'opération, on recueille l'urine des deux urètres, la présence de la glucose se manifeste seulement dans celui qui correspond au rein qui a été piqué.

Quel est le mécanisme de cette glycosurie?

J'ai recherché l'action de la phlorizine sur l'oxydase de la pomme de terre, l'oxyhémoglobine et la levure de bière, et j'ai constaté qu'elle n'est pas inhibitrice de la première, qu'elle ne transforme pas la seconde en métahémoglobine et qu'elle ne paralyse pas l'action fermentative des saccharomycètes. Bien que le glycoside soit décomposé par l'hydrolyse, en sucre et plorétine, on ne peut supposer que celle-ci, isolée dans l'organisme au cours des procès métaboliques, produise les altérations recherchées, car la phlorizine sort dans l'urine sans décomposition et ne peut, par conséquent, provoquer la glycosurie.

Mais si le résultat de mes recherches fut négatif, j'ai observé que la phlorizine, même dans la petite proportion où elle est soluble dans l'eau tiède (environ 22°), est un coagulant de l'albumine. Cette observation vient corroborer celle qui a été faite par Trambusti et Nesti au sujet des nécroses par coagulation dans les *tubuli contorti* du rein, chez le chien; lorsque la glycosurie phlorizinique arrive au point d'entraîner dans l'urine d'abondantes cellules épithéliales et des cylindres granuleux.

Ces auteurs ont remarqué que les reins du lapin n'étaient pas altérés comme ceux du chien par l'ingestion du glucoside, mais Seelig, en l'administrant, pendant quatre semaines, par la voie sous-cutanée, a observé la nécrose et la chute de l'épithélium granulaire des *tubuli contorti*, bien que les tubes droits et les glomérules soient restés complètement normaux.

On peut conclure de ces observations que la phlorizine attaque d'importants éléments anatomiques de la glande rénale et, à ce point de vue, la différence qui existe entre le chien et le lapin s'explique, à mon avis, très naturellement, par une immunité relative, héréditaire, du lapin de garenne, rongeur des écorces de racines contenant le glycoside, à part, bien entendu, les différences spécifiques déjà connues existant dans l'action des poisons ainsi que le montre l'exemple des poulets pour la strychnine, des lapins pour la belladone, à des doses que ne peut tolérer l'organisme humain.

La phlorizine, affectant, jusqu'à la destruction, des cellules aussi importantes pour l'élaboration de l'urine, que celles du segment réabsorbant, la difficulté des oxydations est très logique : il y a, dans la glycosurie, une diminution dans la consommation de la glucose, proportionnelle à l'affaiblissement des combustions intrarénales par suite de l'altération de l'organe, de même que le rein du cheval perd sa faculté d'élaborer l'acide hippurique avec l'acide benzoïque et le glycocolle.

L'excès de glucose dans l'hyperglycémie et la diminution des oxydations par suite de la dégradation de l'organe sécréteur doivent être l'origine des glycosuries, au moins en ce qui concerne le travail rénal, et non pas la perméabilité que l'on suppose, en état pathologique, pour le sucre. En effet, la thèse de l'imperméabilité n'explique pas l'énorme consommation d'oxygène faite par le rein, ni l'origine de l'énergie qui est nécessaire pour convertir un liquide en un autre de pression osmotique très supérieure.

Je reconnais que les théories que je viens d'exposer demandent des vérifications expérimentales probantes, mais si la critique démontre l'insuffisance des explications que je donne, bien que celles-ci soient unanimement acceptées, il faut, forcément, songer aux moyens d'établir des relations entre les données qui peuvent sembler sans

(1) Appendices du Prof. Victor Ascoli dans la traduction italienne de l'ouvrage de Von Noorden, *Il diabete mellito*. Roma, 1903, page 320.

connexion mais qui peuvent servir d'indications pour de nouvelles investigations.

Sans autre désir que celui d'interroger les spécialistes de la physiologie rénale, j'ai écrit cet article, me limitant aux suggestions que je puis leur donner pour rechercher ce que devient la grande quantité d'oxygène consommée par la glande et d'en établir la relation avec le travail physico-chimique qu'elle réalise.

José R. Carracido.
Professeur de chimie biologique à l'Université de Madrid, Recteur de l'Université.

LES BASES MÉDICO-SOCIALES DE L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE

Considérations générales. — De récentes manifestations ont mis à l'ordre du jour *l'orientation professionnelle* : la discussion du Sénat sur le développement nécessaire de l'enseignement technique des jeunes gens, puis le Congrès national de l'Artisanat (Paris, 28 mars 1922), réclamant des pouvoirs publics une réglementation professionnelle de l'apprentissage. Enfin le Congrès d'Hygiène mentale (Paris 1-4 juin 1922), entre autres questions, a discuté celle qui concerne la sélection des travailleurs dans ses rapports avec l'hygiène mentale. Il semble donc opportun d'examiner les principes sur lesquels l'orientation doit être établie.

Pour nous — disons-le immédiatement — ce problème est avant tout d'ordre médico-social. Le choix judicieux d'une carrière fondé sur les aptitudes est le point de départ et la base d'une saine organisation du travail, et celle-ci ne peut être conçue sans une étude du moteur humain, de son rendement, mais aussi de ses défaillances (1).

Comment se présentent, en effet, les conditions du travail qu'il s'agira d'affronter? Si l'on envisage l'évolution industrielle qui nous intéresse particulièrement ici, on observe que la division du travail a été poussée jusqu'à ses dernières limites. Celui-ci devient chaque jour plus monotone et plus hâtif. Autrefois, même dans la grande industrie, les ouvriers connaissaient et pratiquaient, surtout à la main, toutes les spécialités de leurs métiers, les diverses fonctions de l'organisme étaient mises en jeu : c'étaient des *artisans*. Dans les ateliers de construction mécanique, par exemple, il y avait 85 % d'artisans et 15 % de manœuvres. Aujourd'hui, par suite de l'introduction de l'élément mécanique et de la spécialisation à outrance, la proportion est renversée. Il en est de même dans un grand nombre d'autres industries où les ouvriers, en immense majorité, ne sont que des manœuvres spécialisés. On compte dans la région parisienne, environ 500 professions comportant 2.500 spécialités.

Nombre de métiers obligent donc à des attitudes identiques et à l'emploi prépondérant de quelques groupes musculaires, d'où les déformations ou les déviations qui donnent à chaque catégorie d'ouvriers son type professionnel, mais qui, pour certains, peuvent produire de fâcheuses conséquences. La monotonie qui sollicite constamment les mêmes centres d'activité et la précipitation des mouvements sont des causes puissantes de fatigue.

Enfin l'industrie, comme le commerce, a créé de vastes agglomérations, a concentré dans les mêmes milieux, ateliers ou magasins, — à côté des hommes, — les êtres les plus faibles comme sexe et comme âge, femmes et enfants : il y a là encore des causes de morbidité à prévoir (maladies professionnelles, tuberculose, etc...).

Tous ces éléments s'appesantiront surtout sur les organismes mal orientés et mal adaptés.

Actuellement, l'orientation professionnelle est-elle basée sur l'état de santé et les capacités réelles? La plupart des jeunes gens s'engagent dans un métier au hasard, par occasion, imitation ou impression, sous l'influence des parents, d'un ami, de relations, très souvent pour l'appât d'un léger salaire immédiat.

Les inconvénients de cette situation éclatent dans tous les domaines et en font un mal social : tout d'abord, bien que maintes industries exigent encore la main-d'œuvre de l'artisan et un apprentissage sérieux, le recrutement de cette main-d'œuvre se restreint de plus en plus. D'une façon générale, les professions manuelles sont délaissées (industries du bâtiment, du vêtement, de l'alimentation, main-d'œuvre agricole); d'autres sont encombrées de non-valeurs. La Chambre de Commerce de Bordeaux affirme que, sur 100 personnes exerçant un métier quelconque, 2 ou 3 le pratiquent d'une façon convenable, 20 d'une façon moyenne, et que toutes les autres auraient mieux fait de choisir une voie différente (1).

(1) R. Laufer. *L'Organisation physiologique du travail*, Paris, 1907.

(1) Meyer et Vauey, *Essai sur l'orientation prof. de l'écolier*, Méd. scol., 1er mars 1921.

Physiologiquement, on arrive à des constatations analogues : les bons ouvriers se distinguent par un emploi *économique* de leurs forces, c'est-à-dire adéquat au but, par un rendément maximum ou optimum avec un minimum de fatigue et aussi par la régularité du travail. Or, à rendement égal, nous avons observé dans certaines professions (1) que, sur 10 ouvriers, il y a, — entre le bon ouvrier ou les 2 bons ouvriers et les 8 ou 9 autres, — une différence considérable dans les courbes de fatigue. Un pareil écart existe aussi entre l'apprenti et le travailleur entraîné.

On assiste en somme à une répartition anarchique et à un gaspillage insensé d'énergie, d'où malmenage ou surmenage avec un de leurs corollaires inévitables : l'irritabilité. L'orientation professionnelle diminuera non seulement la morbidité des inaptes, mais elle restreindra le nombre des aigris et des déclassés. Nous devons ajouter, comme conséquences de la situation actuelle, la diminution de la productivité et des salaires, enfin le changement de profession nécessitant un nouvel et tardif apprentissage.

Si l'on songe que les pertes occasionnées par la guerre sont évaluées (2) à des chiffres allant de 10 % à 20 % des effectifs professionnels suivant les catégories, on voit qu'il importe à notre pays de reconstituer ces effectifs, mais aussi de conserver les nouvelles générations laborieuses en les mettant à même d'accomplir leur tâche avec le plus de fruit et avec le moins de suites destructrices. En dirigeant les jeunes gens vers les branches d'activité pour lesquelles ils seront le mieux doués, on favorisera en même temps le capital humain et la fortune nationale.

Nous venons de citer le changement de profession dont les causes ont fait l'objet d'enquêtes, et on a insisté naturellement sur les atteintes de l'organisme (maladies, accidents); mais il serait intéressant de rechercher si la majorité des autres motifs invoqués ne couvre pas au fond une insuffisance d'aptitudes, une inadaptation. C'est de 14 à 20 ans que le changement de profession est le plus fréquent. Il serait non moins intéressant d'examiner combien de chômeurs, en temps normal, sont également des « mal orientés », des inaptes, des malades, des « ratés ».

Quant au goût inopiné ou mûri, aux tendances héréditaires ou acquises qui poussent vers tel ou tel emploi, ce sont de précieux stimulants et il y a lieu d'en faire largement état. Encore faut-il faire également le départ entre l'influence de l'hérédité et celle de l'exemple.

Mais tout s'efface devant l'argument de possibilité ou de santé : nous avons constaté que des parents désirant engager leurs enfants dans des professions déterminées, ne s'inclinaient, le plus souvent, devant aucune considération autre que celle de la santé.

En résumé, le problème de l'orientation médicalement et socialement conçu, se pose ainsi : *étant donné les aptitudes de l'intéressé, ses penchants, ses qualités morales, quel est le métier qu'il a le plus de chances d'exercer en sauvegardant sa santé, ses facultés de production et même en favorisant leur développement, c'est-à-dire au mieux de ses intérêts personnels et de l'intérêt général?* On voit que, pour nous, l'orientation est un important chapitre de l'hygiène sociale.

Nous abordons maintenant le point capital :

COMMENT ORGANISER L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE ? — Nous n'étudierons pas toutes les recherches et les applications qu'elle a suscitées en France et surtout à l'étranger (1). Notre but est de présenter, dans un exposé d'ensemble, les aspects sous lesquels elle doit, selon nous, être considérée, et de montrer le rôle primordial dévolu au médecin en cette matière.

Quelles individualités avons-nous en vue lorsque nous parlons d'orientation? Celle-ci concerne non seulement les jeunes gens, mais aussi les adultes, non seulement les bien portants, mais les malades. C'est ainsi que nous sommes appelés à orienter notamment des tuberculeux. Nous voyons fréquemment des cas de surmenage ou d'affections diverses favorisées par une mauvaise orientation primitive et pour lesquels nous demandons, dans les mêmes carrières, un changement d'occupations mieux en rapport avec l'état des intéressés.

Enfin il faudra distinguer les sujets qui ont des aptitudes plutôt manuelles et ceux qui sont plus doués pour les carrières intellectuelles. Aujourd'hui nous nous occuperons principalement des enfants sortant de l'école.

Pour conseiller utilement un enfant, il faut de toute évidence le bien étudier et bien étudier aussi la profession envisagée, mais ce n'est pas tout : il faut, selon nous, *suivre l'enfant aux prises avec le travail professionnel,* de façon à l'arrêter assez tôt s'il se produit des défaillances

(1) R. Laufer, *loc. cit.*

(2) Rapport de M. Louis Marin, député, et de M. Deschamps, à la 5e Conférence interalliée des Mutilés.

(1) On trouvera dans l'important ouvrage de M. le prof. J. Fontègne : *L'Orientation professionnelle*, une riche et très intéressante documentation.

pour le diriger mieux. Cette dernière condition n'est pas la moins importante, nous le montrerons.

I. L'enfant et le rôle de l'Ecole

Etudier l'enfant, c'est apprendre à le connaître physiquement, intellectuellement et moralement. C'est connaître d'abord son hérédité, le milieu dans lequel il a vécu, les influences diverses qui ont pu s'exercer sur lui.

Physiquement, c'est connaître la morphologie ou l'anthropologie, la physiologie et la pathologie du jeune organisme. C'est à l'école que se développent les facultés physiques et intellectuelles qui seront les principaux instruments de travail du futur ouvrier. C'est donc à l'école qu'on peut légitimement demander, avec les caractéristiques de l'élève, une base pour son orientation.

La fiche sanitaire individuelle que remplit le médecin scolaire fournit des renseignements précis sur les antécédents pathologiques, l'histoire physique de chaque élève, sa croissance en stature et en poids, son périmètre thoracique, son acuité visuelle et auditive, l'état de ses organes, les troubles ou maladies dont il est atteint ou qui peuvent survenir au cours de la scolarité.

Dans un certain nombre de groupes scolaires, un service social est assuré par des Infirmières, dites assistantes d'hygiène. Celles-ci assistent, en effet, le médecin de l'école, conduisent les enfants aux consultations des spécialistes, établissent la liaison avec les familles, vérifient les causes des absences et permettent de connaître à temps les affections contagieuses pour en éviter la diffusion. Il est à désirer que ce service soit généralisé.

Les visites répétées, telles que les font les Infirmières de l'Office Public d'Hygiène Sociale de la Seine, nous éclairent sur la santé de l'entourage et nous facilitent le dépistage des cas de tuberculose qui peuvent se trouver au contact de l'enfant. Les fiches sociales établies pour l'Office par les soins de M. le professeur E. Fuster, qui est un éloquent défenseur de l'orientation professionnelle, portent, en outre, les indications utiles sur l'hygiène du logis, l'état mental, moral et même économique du milieu familial, sur l'éducabilité, les habitudes, la sociabilité, l'origine des membres composant la famille, etc., enfin sur leur alimentation, autant d'éléments capables d'influencer l'équilibre physique ou nerveux, donc les aptitudes des enfants, — et modifiables, au moins en partie, par l'éducation hygiénique des parents ou des enfants eux-mêmes. On aperçoit bien le lien étroit qui unit l'hygiène sociale à l'orientation professionnelle.

La morbidité scolaire met non moins en relief l'importance prédominante de l'investigation médico-sociale. Selon nous, plus de la moitié de la population des écoles présente des altérations diverses d'organes. La tuberculose ganglionnaire ou ganglio-pulmonaire y compte pour une bonne part : d'après Grancher et ses élèves, 14 à 16 % des garçons, 17 à 19 % — et jusqu'à 24 % (Dufestel) — des filles seraient atteintes de cette forme de tuberculose dans les écoles de la Ville de Paris. Ce chiffre se double de celui des troubles digestifs : nous avons examiné à cet égard 92 enfants (47 garçons, 45 filles), âgés de 11 à 13 ans, parmi lesquels nous en avons trouvé 14 (8 garçons, 6 filles) atteints de troubles dyspeptiques plus ou moins prononcés, et 3 (2 garçons, 1 fille) atteints d'entéro-colite avec troubles gastriques intermittents, soit au total 18 %. Les somnolences après les repas, les maux de tête, les inattentions, la fatigue, la nervosité, étaient les phénomènes habituels notés chez ces enfants par leurs maîtres ou maîtresses. La mauvaise dentition, l'insuffisante mastication et aussi l'alimentation défectueuse en qualité ou en quantité sont les causes principales qui déterminent ou entretiennent ces troubles. Très souvent il faudra rechercher minutieusement les altérations, celles de la thyroïde, par exemple, qui ne se manifestent pas toujours avec netteté, et qu'un traitement approprié améliore singulièrement. Que de lésions découvertes à leur début peuvent être rapidement enrayées, qui deviendraient définitives (yeux, oreilles, scoliose, etc...).

Mais, pour nous en tenir aux larges causes de retentissement sur l'état général et les aptitudes, citons enfin l'insuffisance respiratoire : insuffisance de la respiration nasale, thoracique ou diaphragmatique. Ils sont légion les enfants qui respirent mal, soit qu'ils ne *puissent* respirer par suite d'obstacles (végétations, déviations nasales, etc...) ou par suite d'affections diverses des voies aériennes, soit qu'ils ne *sachent* respirer, ce dernier cas étant au moins aussi fréquent que l'autre. Ici encore quelques conseils, une intervention peu importante (ablation de l'obstacle), quelques séances d'éducation physique avec gymnastique respiratoire, transforment la situation.

L'orientation sera donc précédée par un stade *d'adaptation* et le conseiller professionnel ne se bornera pas à examiner l'enfant tel qu'il se présente, il devra savoir discerner ce qui peut entraver son épanouissement. Il serait fallacieux d'apprécier des aptitudes, alors qu'elles peuvent être transformées fréquemment en un laps de

temps restreint, et d'orienter quelqu'un avant d'avoir, s'il y a lieu, fait le nécessaire pour améliorer ses facultés de travail.

Les influences morbides que nous avons énumérées se portent aussi bien sur les aptitudes psychiques que physiques, et l'action médicale, en recherchant et en écartant ces influences, intervient déjà dans le domaine cérébral.

L'importance professionnelle du « muscle cerveau » est connue et nous n'y insisterons pas, mais voyons ce que nous apprend l'école sur l'état mental et le comportement moral de l'enfant. La fiche scolaire est laconique à cet égard, elle vise notamment les anomalies intellectuelles. Quant aux indications fournies par le personnel enseignant sur chaque élève, elles sont tout-à-fait insuffisantes. Les « notes de quinzaine » mentionnent bien la place occupée par l'élève en chaque matière parmi ses camarades, sa conduite, son application au travail, mais aucun commentaire, aucune précision qui puisse nous intéresser ; ces notes sont d'ailleurs dressées à l'usage des parents. Lorsque l'enfant abandonne l'école, une appréciation sur sa conduite, son caractère, son intelligence, ses progrès, son degré d'instruction, est portée sur un registre spécial, mais elle ne tient généralement qu'en une ou deux lignes.

C'est que l'école n'est pas elle-même orientée dans le sens qui nous préoccupe. Et cependant les autorités pédagogiques n'ont pas méconnu le rôle qu'elle doit remplir; le « Règlement des écoles primaires publiques du Département de la Seine (1919) », contient d'excellentes directives sur le mode d'éducation physique, intellectuelle et morale à suivre ; des progrès ont été réalisés, mais en fait, l'élève étant jugé aux examens d'après l'entassement de ses connaissances, c'est l'enseignement livresque qui domine. Souvent aussi les programmes sont mal adaptés à l'âge des enfants, et surtout — bien que l'écueil soit difficile à éviter — ils ne tiennent pas un compte suffisant des aptitudes particulières de chaque élève.

Solliciter moins exagérément la mémoire, mais cultiver progressivement le goût du travail, l'observation, le jugement, la clarté et la discipline de l'esprit, la justesse de la pensée et du langage, former le caractère, développer le sens de l'intérêt général, tel devrait être le rôle de la pédagogie, rôle éducatif au premier chef et rôle d'utilité. L'esprit d'entreprise chez les Anglo-Saxons s'explique sans doute par une forme de l'éducation des enfants à qui on apprend à vouloir, à encourir des responsabilités. A l'idéal : tranquillité, on substitue l'idéal : activité, initiative. L'instruction primaire obligatoire qui absorbe l'enfant jusqu'à l'âge professionnel doit avoir pour corollaire la préparation à la pratique de la vie.

Pour entrer dans cette voie, la collaboration du médecin est indispensable. La discussion qui s'est déroulée cette année même à l'Académie de Médecine sur l'enseignement secondaire peut, sur bien des points, englober l'enseignement primaire. De cette discussion et du rapport de M. Linossier, se dégage précisément cette idée que toutes les méthodes intéressant la vie intellectuelle et physique de l'enfant doivent reposer, comme dit M. Le Gendre, sur des bases physiologiques. Or, la loi physiologique peut se formuler ainsi : toute fonction qui s'accomplit contrairement aux règles de la nature s'altère. Et l'on comprend que l'élaboration des programmes d'enseignement ainsi que l'établissement des horaires, la répartition du travail cérébral, etc. réclament l'appréciation du médecin scolaire. Celui-ci a un contrôle à exercer sur l'éducation psychique comme sur l'éducation physique ; il maintient la balance entre les deux, l'abus des exercices physiques nuisant à la culture intellectuelle et l'abus du travail cérébral étant préjudiciable à la santé ; il se rend compte des troubles intellectuels ou moraux, recherche les causes, si souvent organiques, de la paresse, de l'inattention ou du retard intellectuel, signale les élèves auxquels il ne faut demander qu'un effort limité ou même le repos, ceux qu'on ne peut sans inconvénient faire monter d'une classe ; si une sélection rigoureuse intervenait à ce moment, on ne verrait plus ce manque d'homogénéité, ce mélange d'enfants trop inégaux comme intelligence et comme santé, et ces élèves insuffisants, incapables de suivre la classe, ou se surmenant à force d'application. Le médecin examine, au même titre, les anormaux psychiques : arriérés de l'intelligence, instables ou indisciplinés ou types mixtes; — les subnormaux si fréquents (Paul-Boncour et Jean Philippe) ou anormaux frustes qui, s'ils ne sont pas éduqués assez tôt, tombent dans l'anomalie grave ; enfin les anormaux moraux : vicieux, pervers, menteurs, qu'il faut mettre en mesure d'être améliorés par le traitement pédagogique et médical. Dans les classes supérieures (11 à 13 ans) on trouve surtout des instables.

Retenons jusqu'ici que, sans empiéter sur les prérogatives du personnel enseignant qui applique les programmes, le médecin en est le conseiller d'hygiène. Il contribue puissamment : 1° à

sauvegarder les facultés de travail en apportant les correctifs individuels nécessaires, et à favoriser par là le développement normal des prédispositions et des aptitudes ; 2° à discerner ces aptitudes et les caractéristiques de chaque élève.

Pour l'orientation professionnelle, il faudrait donc demander aux instituteurs ou institutrices de consigner leurs appréciations sur les élèves, sur leurs manifestations spontanées, leur comportement moral, leurs goûts, etc. Vivant au contact des enfants, ils les connaissent mieux, en réalité, que ne le laisseraient supposer les notes succinctes dont nous avons parlé ; ils n'auront qu'à « individualiser » et à préciser autant que possible. Les multiples exercices scolaires sont des épreuves variées par où se manifestent les dispositions de l'enfant, sa mémoire, son imagination, son attention.

Une fiche psychologique individuelle, parallèle à la fiche sanitaire, porterait les observations du maître et du médecin scolaire. En annexe figureraient les enquêtes faites auprès des familles et l'interrogatoire des enfants. Avec les deux fiches et l'ensemble de renseignements qu'il recueillera, l'orienteur sera déjà à même de juger l'enfant et de lui conseiller un métier plutôt qu'un autre.

Mais ne pourrait-on pas obtenir d'avantage à l'école même? Choisir une série d'exercices scolaires permettant de solliciter et de déterminer, par périodes et au moins dans les classes supérieures, telle ou telle modalité d'attention, d'imagination, de mémoire, serait-ce irréalisable ? On pourrait procéder ainsi, dans une même classe, par groupes d'élèves : mieux doués, moyens ou médiocres. La répétition de ces épreuves et le fait qu'elles conserveraient la forme pédagogique à laquelle l'enfant est accoutumé, donneraient plus de garantie aux résultats et on assemblerait, sur l'évolution psychique de l'enfant et ses aptitudes, une documentation profitable non seulement à l'orientation, mais à la pédagogie elle-même. Certes, il est à désirer que tout instituteur et toute institutrice aient une formation psychologique, qu'ils possèdent un minimum de notions de psychologie expérimentale, mais c'est avec la collaboration du médecin que nous envisageons la préparation de ce programme et, dans certains cas, sa mise en œuvre.

C'est ainsi que nous avons, par quelques exercices pédagogiques et quelques tests choisis, recherché dans une classe de certificat d'études (élèves de 12 à 13 ans) le nombre de « visuels, auditifs et moteurs »; nous avons pu nous assurer que ce genre de recherches — qui nous ont donné toute satisfaction — étaient sans difficulté réalisables avec l'assistance du maître. Nous aurons l'occasion d'y revenir. Sur 31 élèves, nous avons trouvé 24 visuels, 5 auditifs, 2 moteurs. Ces chiffres ne nous ont pas surpris, l'enseignement scolaire étant de plus en plus visuel ; en outre cet enseignement visuel est celui qui fatigue le moins et dont l'élève se souvient le mieux. Le « moteur » est l'élève le moins adapté.

La médecine sociale prend à notre époque une place de plus en plus large et élevée. Ceux qui s'y consacrent doivent être préparés aux diverses tâches qui leur incombent. Médecins, ils doivent avoir tous les attributs que comporte cette fonction : ils doivent être observateurs, éducateurs, psychologues. Pour étudier les limites psychiques des arriérés, ne sont-ils pas amenés à appliquer les méthodes de psychologie expérimentale ?

Certes la pédagogie doit fournir à la psychologie de nombreux faits d'observation, mais il n'importe pas moins de porter dans la pédagogie la technique psychologique et méthodologique. Est-ce là une conception trop hardie ? Nous ne le pensons pas. L'école moderne, abandonnant toute routine, doit être, suivant l'expression de M. le professeur Claparède, « un laboratoire plus qu'un auditoire ». M. Paul Lapie, directeur de l'enseignement primaire, n'a-t-il pas écrit (1) que notre pédagogie est trop dédaigneuse de la psychologie expérimentale et qu'elle aurait souvent d'utiles leçons à prendre dans les méthodes scientifiques ?

Il n'est pas jusqu'à la gymnastique, aux travaux manuels et jusqu'aux jeux, que l'on ne puisse également, de fois à autre, organiser pour juger de certaines caractéristiques de l'élève. Les travaux manuels apprennent l'ordre, la régularité du travail, l'utilisation intelligente des forces, le « savoir-faire », la position à prendre pour éviter les déformations. Le dessin révélera la notion de la perspective, des couleurs, etc. Actuellement aucun indice sérieux n'est conservé sur ces épreuves.

Avec M. le professeur Méry, nous devons, en effet, mettre l'accent sur l'éducation méthodique des sens (vue, ouïe, toucher, sens musculaire, odorat et goût, mémoire visuelle et auditive). On fera de préférence appel aux associations sensorielles (enseignement par l'image et les graphiques (2), par les leçons de choses et les faits,

(1) Préface du livre de Mme le Dr Maria Montessori, *Pédagogie scientifique*, trad., Paris.

(2) Au nom d'une Commission extraparlementaire, un rapport général de M. A. Bessou sur l'emploi du cinématographe dans les différentes branches de l'enseignement, et des rapports spéciaux de MM. Collette, Petit et Lefas, Roux, sur *son emploi dans les écoles primaires*, Paris, Imp. Natle, 1920, montrent

emploi des divers sens à l'acquisition des connaissances usuelles, suivant la pratique de l'école de Fontaine-Bouillant, méthodes d'éducation sensorielle de Montessori ou de Pernet). On peut rappeler enfin l'opinion de M. le professeur J.-P. Langlois sur l'action éducative des exercices physiques au point de vue de l'attention et les pages de M. Claparède sur la valeur des jeux au point de vue sensoriel et moteur. Le Guide des Boys-Scouts contient sur l'organisation méthodique des jeux des documents fort intéressants. Plus s'élargira l'éducation sensorielle aux diverses parties de l'enseignement, plus les acquisitions des élèves seront durables. Il est bien préférable de s'adresser à la mémoire visuelle et motrice qu'à la mémoire verbale.

Mais ce que nous réclamons avec insistance, c'est que l'école ne soit pas uniquement une source d'*éducation,* mais aussi d'*indication,* et nous apporte des éléments d'information sur chaque élève. C'est pour cette raison que nous avons un peu longuement examiné le côté pédagogique. D'accord avec M. Fontègne, nous demandons à l'école de se mettre, autant que possible, au service de l'orientation, d'exciter chez l'enfant un idéal professionnel, de lui expliquer les avantages d'une profession qualifiée, de déraciner les préjugés contre le métier manuel, de faire pour notre cause ce qu'on fait actuellement avec succès pour la lutte contre la tuberculose : une propagande active (tableaux, brochures, cinéma, conférences aux parents et aux enfants, mais en outre visites d'usines, d'ateliers). Cette propagande, appropriée à l'âme de l'enfant, lui inculquerait en même temps l'hygiène individuelle, alimentaire, etc., et l'hygiène professionnelle.

Autre point important : chaque région devrait intéresser ses enfants aux professions dominant dans le pays, cela dans la mesure où elles répondent naturellement aux aptitudes individuelles. On enrayerait sans doute, jusqu'à un certain point, l'exode rural qui, parmi tant d'autres inconvénients, fournit à la tuberculose un grand nombre de ses victimes.

II. — LA PROFESSION

Connaître la profession, c'est la connaître : 1° au point de vue *économique* (état du marché. probabilités de développement, débouchés, encombrement, chômage, conditions et durée de l'apprentissage, salaire, possibilités d'accroître sa situation);

2° Au point de vue *technique* (outillage et méthodes de travail, leur transformation) ;

3° Au point de vue des *aptitudes* physiques, psychiques ou morales nécessaires à l'exercice de la profession, et les modes de résistance qu'elle réclame ;

4° Au point de vue des *inconvénients* possibles (maladies professionnelles, fatigue, surmenage, accidents, etc.).

L'état du marché du travail est du ressort des institutions de placement et d'assurance contre le chômage, suivant le vœu du Congrès international d'orientation professionnelle de Barcelone de 1921. Un grand nombre de renseignements concernant les professions (aptitudes exigées, débouchés, salaires, etc.) ont été réunis sous forme de monographies (Bulletins de patronages d'apprentis, Rose des métiers par M. Mauvezin, monographies de centres d'orientation). A l'étranger, en Amérique notamment, de nombreuses monographies ont été également dressées. Il faudra naturellement qu'elles soient mises à jour suivant l'état du marché et l'évolution des moyens de fabrication, et qu'elles soient distribuées aux enfants sur le point de quitter l'école. Nous voudrions y voir également figurer des conseils sur l'hygiène et la prophylaxie relatives à chaque profession.

La place qui revient à la médecine sociale dans ce nouveau chapitre n'est pas moindre que celle qu'elle occupait dans le précédent :

a) Au point de vue économique, le salaire ne dépend-il pas d'une part du rendement et par conséquent de la santé de l'ouvrier, et d'autre part n'est-il pas la condition d'un minimum de bien-être et d'une alimentation suffisante qui entretiennent cette santé et facilitent ce rendement?

En raison justement de ce que le salaire doit être pour le travailleur un stimulant, diverses usines, surtout américaines, qui pratiquent le système Taylor, accordent des primes ou des sursalaires aux ouvriers dont le travail quotidien dépasse un rendement de base fixé par l'expérience. Il est équitable, en effet, que les bénéfices de l'entreprise étant accrus par un effort supplémentaire de l'ouvrier, cet effort soit rémunéré. Mais il faut que la tâche de base soit établie avec soin, et que la prime supplémentaire ne soit pas une prime au surmenage : l'organisme n'est pas à l'abri du surmenage par excès de travail, même s'il bénéficie de la nourriture la plus riche.

Ce système de surprimes, — auxquelles pourraient s'ajouter, comme dans maintes industries, des primes de qualité de travail et d'éco-

excellemment les avantages des projections pour l'étude de l'histoire et de la géographie, de l'hygiène, de l'histoire naturelle, de la technologie, etc.

nomie de matières premières, d'assiduité et d'ancienneté, — réaliserait une forme légitime de participation aux bénéfices. Une autre forme de participation préconisée à l'Association qui s'est créée en France pour l'étude de cette question, réside dans l'emploi d'une part de ces bénéfices à la création d'œuvres d'hygiène sociale et professionnelle : les chefs d'entreprise et les ouvriers y trouveraient un avantage commun dans la préservation de la santé et de l'énergie productive.

b) Pour ce qui est maintenant des *transformations de l'outillage et des méthodes de travail,* elles modifient les conditions d'adaptation de l'ouvrier. Il ne faut donc pas oublier, quand il est question de machines et de production, l'homme dont elles dépendent. Lorsque Taylor, qui était ingénieur, commença, vers 1880, ses fameuses recherches qui aboutissaient à un accroissement énorme de la production par une nouvelle organisation du travail, une sélection excessivement rigoureuse des ouvriers et des salaires élevés, il se plaignit de n'avoir trouvé, dans les travaux scientifiques antérieurs, aucun procédé d'évaluation de la fatigue. Mais, depuis Marey et Chauveau surtout, les physiologistes au premier rang desquels nous devons citer Ch. Richet, J.-P. Langlois, Imbert, Amar, etc., se sont attachés à l'étude du moteur humain, et on peut dire qu'actuellement de nombreux et importants résultats sont acquis. Les expériences entreprises présentent un immense intérêt en ce sens précisément qu'elles étudient l'outil par rapport aux aptitudes qu'en nécessite l'emploi, à la fatigue qu'il entraîne. Par voie de conséquence, elles suggèrent les modifications de l'outillage ou de la méthode de travail les plus favorables. Une des conclusions générales qui ressortent de ces expériences, c'est que la fatigue constitue la base d'appréciation des diverses professions et pour ainsi dire leur commune mesure ; en outre, que cette fatigue ne peut être jugée au coup d'œil, mais par des procédés scientifiques.

Nous avons nous-même poursuivi des recherches pour déterminer les frontières entre la fatigue qui est un état physiologique et le surmenage qui est un trouble pathologique dont la guérison est lente : un des éléments de démarcation consiste dans le ralentissement de la fonction éliminatrice du rein (vérifiée notamment par l'élimination du bleu de méthylène) (1).

(1) L'épreuve de la phénol-sulfone-phtaléïne de Lian et Siguret aurait l'avantage de fournir à cet égard un résultat rapide, et de constituer un test de surmenage.

Le reproche qu'on a adressé au système Taylor, c'est de ne pas nous fixer sur la fatigue produite, de constituer une menace d'épuisement pour ceux qui ne sont pas exceptionnellement résistants, c'est d'éloigner brutalement les travailleurs d'une tâche rendue rude à dessein pour de hauts salaires. Une pareille méthode ne peut satisfaire ceux qui envisagent, du point de vue social, les problèmes du travail. On doit diriger les individus vers les professions qui conviennent le mieux à leurs aptitudes en assurant à celles-ci le rendement maximum, mais sans dépasser leurs limites. La diversité des tâches dans un même métier ou dans un même groupe de métiers favorise ce choix d'aptitudes. Une place pour chacun et chacun à sa place, telle est la formule à réaliser.

On peut d'ailleurs parfaitement concevoir une organisation où, comme dans le Taylorisme, tout gaspillage de temps serait banni et où on éviterait cependant le surmenage. Un exemple entre autres : nous savons par de nombreux chiffres concordants que les accidents du travail augmentent avec la fatigue ; une petite période de repos ménagée dans la matinée et l'après-midi en réduit déjà notablement la somme avec la fatigue elle-même.

c) *Détermination des aptitudes.* En dehors de l'application des résultats d'expériences physiologiques et de la recherche du surmenage, quel est le rôle du médecin dans la détermination des aptitudes ? Nous avons apprécié l'ampleur que peut prendre la morbidité scolaire : nous pouvons y ajouter des chiffres d'altérations que nous n'avons fait que signaler : la scoliose, par exemple, qui apparaît surtout entre 10 et 15 ans et existe principalement chez les filles, peut, suivant son degré et les groupes scolaires, atteindre un taux de 30 % (Dufestel) à 74 % (Gourdon). La vision est anormale chez 46 % d'elèves (Motais), 61 % (Cohn). Radziejewski a établi, de son côté, que sur 2.000 enfants examinés, 60 % au moins n'étaient pas aptes à embrasser la carrière qu'ils avaient préalablement choisie, par suite de défauts visuels (acuité visuelle ou défaut du sens des couleurs). Les surdités partielles passant souvent inaperçues, atteindraient 17 % des écoliers à Bordeaux, d'après Moure; 22 % à Paris, d'après Gellé ; ces deux auteurs ont, en outre, insisté sur ce point que, dépistées à temps, plus des deux tiers des surdités auraient pu être rapidement guéries.

La morbidité mise à part, il faut considérer qu'avant d'aboutir à l'adolescence, c'est-à-dire avant d'acquérir son type définitif, l'enfant tra-

verse la phase la plus délicate de son existence, la puberté, qui s'accompagne des transformations physiques et psychiques les plus intenses. Nous en avons ailleurs exposé l'analyse (1). L'organisme présente alors une grande analogie avec celui des adultes en état de déchéance et offre les mêmes défectuosités. D'après Maggiora, Binet et Vaschide et d'après nos propres recherches, la fatigue arrive proportionnellement plus vite chez l'enfant que chez l'adolescent, chez l'adolescent plus vite que chez l'adulte. Nous sommes donc à une période où l'activité doit être pour ainsi dire mesurée, la fatigue devenant aisément surmenage et les irritations pouvant avoir leur répercussion sur la structure définitive du corps. On sait aussi que cette période est très délicate à franchir pour les tuberculeux.

Bornons-nous à mentionner l'influence de diverses conditions sociales (race, milieu, conditions économiques, encombrement du logis) ainsi que celle de l'hérédité et des antécédents morbides, sur le poids, la taille, le développement thoracique, les dimensions céphaliques, la force musculaire, la résistance à la fatigue ; mais à la puberté ces influences sont encore plus sensibles.

Pour l'évolution psychique, tout se passe, d'après Claparède, comme si la croissance en taille — qui est la plus importante à considérer — exerçait une action déprimante sur les fonctions mentales. Mais une fois la poussée de croissance terminée, les sujets qui sont le plus développés physiquement sont souvent aussi ceux qui auront les plus solides aptitudes intellectuelles. Cependant ce n'est pas une règle absolue et les liens entre l'état physique et l'état intellectuel peuvent être plus lâches : il y aura donc toujours lieu d'étudier l'un et l'autre.

Durant cette période, il ne faut pas non plus demander aux enfants un effort intellectuel exagéré sous peine de voir se produire des troubles sérieux. D'ailleurs chez les nerveux prédisposés par une hérédité chargée, surtout chez les jeunes filles, les troubles psychiques sont fréquents. En tout état de cause, les aptitudes psycho-physiologiques doivent être examinées avant et après la puberté, étant donné le retard ou le renforcement qu'elles peuvent présenter après cette période.

Ceci dit, nous sommes amené à envisager les examens d'aptitudes auxquels doivent être soumis des candidats à une profession : examen anthropométrique et morphologique, physiologique et pathologique. Nous ne pouvons passer ici en revue l'ensemble des procédés employés ; étudions-en la valeur :

Tout d'abord *les diverses mensurations du corps* (poids, taille, périmètres, etc.), prises isolément, n'ont qu'une valeur relative (1). Au point de vue où nous nous plaçons, les rapports numériques à choisir selon les cas (indice de robusticité de Pignet, rapport de Manouvrier, de Mayet, etc.) offrent un plus grand intérêt, non pour classer les sujets, mais pour nous fixer sur le développement corporel. Que l'un présente un indice de 15, l'autre de 20, on n'en peut conclure que le second sera professionnellement meilleur que le premier. Les indices supérieurs montreront que leurs possesseurs sont physiquement robustes, rien de plus, rien de moins ; les indices inférieurs éveilleront l'attention et commanderont l'examen pathologique. Enfin les indices comparés chez le même sujet feront apprécier son évolution corporelle.

Une mention spéciale doit être faite des coefficients de Spehl et de Polidisi qui, d'après MM. Cordier, Delore et Hassler (2), permettent de juger numériquement de la valeur physique en corrélation avec le fonctionnement des organes de la respiration, de connaître, par suite, le degré d'insuffisance respiratoire (3) et de résistance physique à la tuberculose. On en tire des indications diagnostiques pour distinguer les « faux tuberculeux » des tuberculeux « pré-pulmonaires » et même des indications pronostiques. Ces auteurs confirment le fait qu'aucune mensuration à l'état isolé n'a d'importance réelle.

La méthode anthropométrique de Paul Godin (4), qu'on pourrait appeler anthropométrie analytique, permet d'obtenir l'âge organique par rapport à l'âge chronologique, de savoir si tel ou tel système organique ou fonctionnel est arrivé au degré de développement voulu.

La morphologie peut également, pour une part, entrer en ligne de compte dans la détermination des aptitudes; nous ne pensons pas seulement à la morphologie dynamique qui a distingué les quatre types maintes fois décrits (Sigaud, Thooris, etc.) : types respiratoire, digestif, musculaire et type nerveux d'où on a dégagé le

(1) R. Laufer. *La protection de l'enfance ouvrière*. Paris 1911.

(1) On consultera avec grand intérêt le beau livre de M. Dufestel : *La Croissance*, Paris, (Doin).

(2) Sté méd. des Hôp. de Lyon (7 mars 1922) et Thèse de J. Hassler (Lyon, 1922).

(3) Le syndrome d'insuffisance respiratoire avec ses variétés comprendra encore d'autres examens (Voir Thèse de Goldité, Paris, 1921). Pour la symptomatologie de l'hypocapacité des sommets, voir Gioacchino Breccia, *Presse méd.*, Paris 1918.

(4) Godin. *La croissance pendant l'âge scolaire*, Collect. des actual. pédag., et *La fiche scolaire*, Acad. Sc., 1918.

type cérébral, chacun de ces types présentant des caractères particuliers qui le rendent plus apte à un genre de travail. Rappelons que Félix Regnault (1) a décrit aussi les types longiforme et latiforme qui sont doués, le premier pour les exercices de souplesse, d'habileté manuelle, le second pour les exercices de force, les travaux pénibles.

Sans doute il ne faudrait pas prescrire à l'un de ces types, au nerveux par exemple, le régime de travail et d'alimentation qui convient au digestif ; la santé et le rendement en souffriraient. En réalité, surtout pour les jeunes gens qui nous intéressent, les types ne sont pas aussi tranchés. Mais si l'on étudie d'une part les principaux leviers humains mis en mouvement dans telle catégorie de travaux (moyennes de longueur de doigts et de bras de bonnes téléphonistes, de bons paveurs, diamètres longitudinaux par rapport aux diamètres antéro-postérieurs et transverses d'ouvriers fournissant un rendement optimum), pourquoi ces mesures ne serviraient-elles pas pour guider dans le choix d'une profession ? L'organisme humain n'est pas qu'une machine thermique, elle est aussi une association de leviers et les mêmes lois s'appliquent aux leviers et à la machine humaine. Ne savons-nous pas que, pour certaines professions, une taille donnée est préférable, pour d'autres une envergure des bras, etc. ? Nous ne perdons pas de vue l'importance des « accommodations et des suppléances » (Manouvrier) ; aussi n'accordons-nous à la morphologie qu'une valeur d'indication.

L'examen physiologique apporte plus de précision : il concerne les diverses fonctions : respiratoire, circulatoire, musculaire, rénale, nutrition générale et échanges gazeux, enfin fonctions du système nerveux, du sympathique compris (vago et sympathicotonie) ; il faut y ajouter les fonctions sensorielles et d'autres fonctions délicates : de dextérité, de mobilité, par exemple.

Pour l'appréciation des fonctions respiratoire et musculaire, nous utilisons les méthodes de fond, indépendamment des coefficients dont nous avons parlé : des capacités respiratoires de 2 à 3 litres peuvent concorder avec une résistance considérable à l'essoufflement tandis que de plus fortes capacités peuvent ne pas autoriser les efforts soutenus. De même une seule contraction au dynamomètre n'a pas grande signification. On peut faire respirer 10 fois de suite le sujet dans un spiromètre; il faut que le total soit normal (mesure de l'air courant). Nous faisons également exécuter, suivant l'âge, 3 à 5 expirations maxima au spiromètre, avec une minute d'intervalle entre chacune. La méthode du débit respiratoire maximum de Pech avec son masque manométrique rend également les plus grands services (1). Au point de vue musculaire, nous faisons exécuter, soit une série de contractions maxima successives comme celles que l'on obtient avec l'ergographe, soit des contractions soutenues avec des intervalles égaux de repos (2). Bien que les mouvements professionnels soient en général complexes, on peut porter ces investigations sur les principales masses musculaires mises en jeu dans la profession prévue.

Mais une nécessité à laquelle on ne songe pas assez, c'est celle de la solidarité des différents systèmes et appareils entre eux (3), notamment des poumons et du cœur. En effet, entre la fréquence de la respiration et la vitesse des contractions cardiaques doit exister un accord que le médecin constatera ou réalisera par la rééducation ; de même les mouvements respiratoires et cardiaques doivent être adaptés à l'effort musculaire : si cette solidarité n'est pas assurée, on n'obtiendra aucune activité normale.

Dans les recherches professionnelles que nous avons signalées, c'est la méthode graphique et l'analyse des échanges gazeux qui ont été utilisées.

Quant au *travail mental,* il forme avec le travail physique deux composantes inséparables : tantôt l'une, tantôt l'autre domine. Au point de vue mental comme au point de vue physique, les questions suivantes doivent être résolues pratiquement : les goûts de l'enfant et les aptitudes exigées par la profession étant connus, celui-ci présente-t-il des contre-indications à l'exercice de cette profession ? Présente-t-il des contre-indications que l'on puisse redresser? Des aptitudes positives ?

Nous avons vu la part prépondérante (4) que nous accordons à l'école dans la connaissance de l'enfant. Selon nous, la recherche expérimentale des aptitudes psychiques, après l'école, — par les méthodes psychométriques : temps de réaction, esthésiométrie, etc., et par les tests mentaux, — ne doit servir que d'adjuvant pour pousser plus loin, s'il y a lieu, l'analyse en vue de la profession envisagée. Le conseiller de vocation devra donc connaître la capacité de résistance et la fatigabilité mentale des sujets. Il

(1) *Rev. Scient.*, oct. 1912.

(1) Pech. *Presse méd.*, 2 févr. 1921.
(2) R. Laufer, Soc. de Biol. 1910.
(3) G. Rosenthal *Journ. méd. fr.*, Paris, août 1921.
(4) Part prépondérante, mais non exclusive : l'école aura déjà suffisamment à faire pour fournir à l'orienteur une base sérieuse d'appréciation.

déterminera lesquels sont plus aptes aux travaux monotones et rapides et ceux qui sont mieux doués pour le travail varié ou complexe ; il discernera d'une part l'intelligence générale et les aptitudes spéciales d'autre part. On sait que l'intelligence générale est le grand agent d'adaptation au travail (1), elle prime le plus souvent les aptitudes particulières. Mais il faudra que les monographies professionnelles nous indiquent la hiérarchie des aptitudes correspondant à la hiérarchie des attributions dans une usine, un atelier ou un métier quelconque. Ainsi, comme l'a montré Waxweiler dans la vaste enquête qu'il a entreprise sur le travail ouvrier, il existe une vraie hiérarchie professionnelle dont chaque degré correspond à la mise en jeu d'une attention plus précise.

Dans le domaine de l'intelligence générale, nous faisons entrer également une culture technique qui comporte la connaissance générale de la branche choisie, une instruction professionnelle assez large pour ne pas faire de l'ouvrier le prisonnier d'une occupation trop spécialisée, pour lui permettre de passer sans trop de tâtonnements d'une tâche à une tâche voisine et d'exercer plusieurs systèmes d'activité. C'est sur ce plan qu'a été organisé l'enseignement professionnel en France (sauf pour quelques écoles) et à l'étranger. C'est donc un enseignement mixte qu'il faut faciliter aux jeunes gens : apprentissage de la profession choisie, enseignement technique général.

Nous ne ferons pas une énumération complète des aptitudes mentales à déterminer ni des éléments qui constituent le profil psychologique ou l'échelle d'intelligence de Binet-Simon. Relevons les principaux points d'interrogation qui se posent devant l'orienteur (2) : pour ce qui est de l'attention, est-elle, suivant la classification de Piorkowski, *continue* (comme le réclament les professions de typographe, horloger, mécanicien de précision, etc.) ; ou *concentrée* (fondeur lors d'une coulée, chimiste lors d'une expérience); *conjuguée,* selon Decroly, ou *distribuée,* selon Fontègne (tisserand, wattman, téléphoniste) ; *ou rythmique* (fileur) ; ou enfin *papillonnante* (portier d'hôtel, service de renseignements)? Suivant une autre classification, est-elle visuelle, auditive, motrice ou mixte ?

Autres questions : type d'observation, d'idéation ou d'imagination ? Le sujet résiste-t-il aux suggestions (force de résistance suggestive de l'employé de banque, du caissier) ; se laisse-t-il entraîner à l'automatisme, à la routine ? Sait-il s'adapter sans trop de difficultés à une tâche nouvelle (adaptation lente : ouvrages de précision, travaux d'horticulture, etc. ; — adaptation rapide : employé de service de renseignements, sommelier, wattman, téléphoniste, etc.)? Pour la mémoire, apprend-il rapidement et facilement, la mémoire est-elle fidèle et étendue, est-elle spéciale pour les sons, les couleurs, les lieux, les formes, les personnes, les nombres ? Habileté, rapidité, lenteur, régularité du travail ? Aptitudes morales, caractère, etc. ?

Enfin, il ne faudra jamais omettre l'enquête approfondie, les interrogatoires des parents et des enfants eux-mêmes, ou, à défaut d'interrogatoires, les questionnaires écrits.

L'examen pathologique doit suivre nécessairement l'examen psycho-physiologique. Le plus souvent, c'est cet examen seul qui est demandé par les parents, c'est celui, nous l'avons dit, devant lequel ils cèdent le plus volontiers, car il touche le plus directement à la santé de l'enfant.

Comportant l'étude clinique jusqu'à l'examen radiologique des organes, il fournit la grande catégorie des contre-indications (anomalies ou affections organiques) : tuberculose, insuffisance respiratoire, dyspepsies, cardiopathies, névropathies, tendances au pied plat, aux varices, aux maladies de peau, aux mains moites, etc.

Mais un fait que nous voulons souligner, c'est que le pathologiste n'est pas simplement un contre-indicateur : il interdit certaines professions, mais il lui appartient d'en conseiller d'autres d'après la connaissance qu'il a de l'état morbide individuel et d'ordonner aussi telle ration de travail que permet cet état morbide. Il n'y a pas de maladies, il n'y a que des malades, et chacun doit être orienté suivant son coefficient personnel : il en est ainsi pour le tuberculeux comme pour le cardiaque, pour l'anormal psychique comme pour le diabétique. La forme et la somme d'activité entrent dans les prescriptions d'hygiène thérapeutique du clinicien : celui-ci peut prévoir une période d'essai afin de s'éclairer, ou dans un but d'entraînement ; ou encore ordonner une phase de traitement préparatoire, s'il le faut, mais il doit se mettre en mesure de formuler un conseil *positif*. N'est-ce pas un clinicien spécialiste, M. le professeur Truc, qui, en France, a dressé un classement des professions recommandées d'après leurs exigences visuelles et l'acuité minima de chaque œil ? Il existe une classification semblable pour l'ouïe.

(1) R. Laufer, *L'organis. physiol. du trav.*, et Lahy, *Rapp. au Congr. d'Hyg. ment.*, Paris, 1922.

(2) A. Fontègne, *loc. cit.*

Restreindre le rôle du pathologiste aux seules contre-indications est une erreur certaine.

Enfin le conseiller médical renseignera le postulant sur les inconvénients professionnels (maladies professionnelles, accidents, surmenage, alcoolisme), et sur l'hygiène à suivre dans l'exercice de la profession.

Pour remplir complètement sa mission, le centre d'orientation doit être un centre de préparation, de prophylaxie, de direction.

III. — L'enfant en apprentissage

Nous avons englobé dans l'orientation professionnelle ce chapitre qui concerne l'enfant aux prises avec la profession. Dès 1910, au Congrès des maladies professionnelles de Bruxelles, nous en avons montré l'immense intérêt. Nos vues ont été adoptées et confirmées encore au récent Congrès d'Hygiène mentale, où nous avons eu la satisfaction d'entendre M. Lahy, rapporteur de la question de l'hygiène mentale dans ses relations avec l'orientation, proposer également les examens des enfants, même après leur entrée dans la profession.

En effet, si indispensable que soit à tous égards la détermination préalable des aptitudes, elle aboutirait, pour certaines catégories d'individus, à des erreurs de pronostic qui tiennent à la variabilité d'évolution des aptitudes : ralentissement ou développement. Les exemples en sont fréquents et on en a cité de célèbres : pour n'en retenir qu'un récent, celui d'Einstein, ses biographes nous ont appris, que, jusqu'à l'âge de 18 ans, il s'était montré un élève médiocre en mathématiques. Il faut laisser leur part à la volonté, à l'entraînement, à la force compensatrice de l'intelligence, à l'intuition.

Si donc l'étude des contre-indications et des indications donne le maximum possible de garanties et doit se substituer à l'état de choses actuel qui mène à une répartition absurde des valeurs sociales, il faut encore ne pas abandonner le jeune ouvrier, afin que s'il ne répondait pas au pronostic porté, et surtout si de nouvelles influences amoindrissaient ses facultés de travail, on puisse, — avec l'appoint de cette décisive expérience, — l'orienter mieux avant que des années ne se soient écoulées, que sa santé n'ait reçu une atteinte trop profonde et que, dans ces conditions, un tardif changement de métier ne devienne nécessaire avec ses inconvénients accrus.

En effet, *de nouveaux éléments interviennent dès que l'enfant pénètre dans la voie professionnelle :* c'est le milieu avec tous les attributs qu'il comporte : air chaud, humide ou vicié, poussières, gaz : les poisons industriels ; enfin le travail lui-même et ses conséquences possibles : fatigue, surmenage, accidents, etc. L'enfant va se trouver obligé de changer son mode d'existence et les habitudes contractées, il sera astreint à une activité autrement soutenue qu'à l'école ; l'alimentation pour beaucoup sera différente, peut-être insuffisante pour l'effort exigé : la vie de plein air ou les récréations seront restreintes.

D'autre part, une diathèse, des troubles nerveux ou autres peuvent ne se manifester que tardivement.

Pour les accidents du travail, nous savons qu'ils sont proportionnellement plus fréquents chez l'enfant et le vieillard que chez l'adulte, et toutes les statistiques montrent qu'au bout de la deuxième ou troisième heure de travail, leur nombre est déjà notablement accru. Nous avons recherché les causes d'accidents chez l'enfant et nous avons dépouillé plusieurs centaines de dossiers d'une compagnie d'assurance. Depuis la loi sur les accidents, on ne recherche plus à qui incombe le traumatisme, et, par suite, les circonstances qui l'ont motivé ne sont pas toujours notées ; mais dans les cas où elles ont été relatées et où l'accident était le fait de l'enfant, elles peuvent se classer sous les rubriques suivantes : étourderie, désobéissance ou indiscipline, impossibilité de suivre le rythme de la machine, fatigue, instabilité ou nervosité, enfin inaptitude particulière à la profession qui occupait l'enfant : insuffisance de la vision, de l'audition, etc. Il ressort d'une statistique américaine que 10 % des accidents sont liés à une vision défectueuse. Les compagnies d'assurance et les chefs d'entreprise, — comme l'a fort judicieusement fait remarquer M. Génil-Perrin, rapporteur de l'examen psychiatrique dans l'orientation professionnelle, au Congrès d'Hygiène mentale, — ont intérêt à favoriser l'orientation et les examens périodiques par ce fait que « l'état antérieur » des ouvriers n'entrant nullement en ligne de compte dans l'évaluation de l'indemnité allouée pour les accidents du travail, une orientation rationnelle, puis des examens successifs, décèleront les inaptitudes et feront la meilleure prophylaxie des accidents.

Cette observation s'applique au moins autant aux métiers dits « de sécurité », industries de transport (wattmen, machinistes) où il s'agit en même temps de la préservation du public.

Faut-il rappeler les retentissements de l'activité physique ou intellectuelle et les lois de la fatigue (1) : l'influence du rythme du travail, de

(1) M. le prof. J.-P. Langlois a fait un magistral exposé de l'influence de l'exercice sur la circulation et la respiration, in :

la fatigue d'un groupe musculaire sur les autres muscles qui n'ont pas pris part au travail et, d'une façon générale, la faculté de généralisation de la fatigue d'un système à tout l'ensemble de l'organisme ; l'influence de la veille prolongée, de l'anémie, de la température, de l'âge, du sexe, sur la fatigue ; les oscillations quotidiennes de la force musculaire, etc. ?

Si l'activité normale, résultant d'une orientation bien organisée, favorise le développement fonctionnel et organique, la tâche qui excède les aptitudes l'entravent. Signalons, en effet, quelques faits intéressants : 1° les expériences de Rocci et d'autres (1) ont établi que la fatigue détermine la diminution de l'acuité visuelle, de la réfraction, de l'accommodation, de l'impressionnabilité de la rétine et de la coordination musculaire; 2° celles de Mosso et A. Bain (2) montrent, sous la même influence, l'affaiblissement de la mémoire ; 3° d'après Lagrange, la nutrition du muscle est moins intense dans les contractions très rapides, parce que l'afflux du sang y est moins régulier et moins prolongé ; 4° les avantages de l'entraînement, d'après Amberg, ne se manifestent que si la fatigue n'est pas très développée ; à mesure que celle-ci augmente, ces avantages disparaissent ; 5° enfin, d'après les recherches de Schuler et Burckhardt en Suisse sur 18.000 ouvriers de quinze branches d'industries, *un court séjour* dans les usines marque déjà son empreinte sur le développement corporel des jeunes ouvriers.

La morbidité due aux conditions du travail est à examiner de plus près encore lorsqu'il s'agit d'enfants. Faut-il insister sur la prépondérance de l'hygiène et de la pathologie infantiles sur le reste de l'existence ? Comment donc, sans examens répétés, dépister les états morbides dont la durée peut avoir des conséquences irréparables ? Comment les soigner d'une façon précoce, alors qu'ils sont aisément curables ? L'enfant atteint d'un trouble quelconque, qu'on ne l'oublie pas, continue à travailler, — car son salaire est impatiemment attendu, — tant que son activité n'est pas forcément empêchée.

Arrêtons-nous un instant sur la question des maladies professionnelles. L'examen médical périodique permettrait de les bien connaître dès leur origine, de faire le départ entre ce qui est strictement professionnel et ce qui ne revient pas à la profession.

En France le nombre des règlements, même en ce qui concerne les industries les plus dangereuses, est bien au-dessous de ce qu'il devrait être si l'on songe à ce qui existe à l'étranger et aux périls dont nos ouvriers se trouvent menacés dans ces industries. Légalement, par exemple, on ne prévoit d'examen préalable à l'entrée en usine que pour les souffleurs de verre (au point de vue seulement de la transmission possible de la syphilis) et pour les travailleurs du plomb et du mercure (au point de vue des états pathologiques qui favoriseraient ou aggraveraient l'intoxication professionnelle). C'est une amorce qui pourrait servir de précédent à une réglementation plus générale imposant un examen préalable à l'entrée dans toutes les collectivités.

Si on est d'accord en France sur l'idée d'assimiler les maladies professionnelles aux accidents du travail, il est regrettable que cette assimilation ne soit pas encore garantie par la loi. A l'étranger où une réglementation a été établie, la responsabilité mise à la charge du patron a eu pour résultat immédiat de rendre plus efficaces les prescriptions d'hygiène, chaque industriel étant directement intéressé à diminuer le plus possible les cas de maladies par le perfectionnement des méthodes de travail et des mesures préventives, notamment l'examen sérieux des ouvriers à l'entrée en usine et périodiquement par la suite.

La question doit nous préoccuper, surtout si nous envisageons la tuberculose, dont l'énorme développement dans les classes ouvrières constitue, on le sait, le plus redoutable des périls sociaux. La croissance, les fatigues, les émanations ou les poussières irritantes, etc., sont de nature à faire éclater une tuberculose jusqu'alors latente, mais surtout les réinfections par contagions répétées ou prolongées dont nous observons des exemples de plus en plus fréquents dans les collectivités : bureaux, ateliers, etc.

Y a-t-il une protection légale visant la tuberculose dans les milieux collectifs ? Les prescriptions générales sur l'hygiène et la salubrité des locaux (art. 66 du liv. II du Code du travail de 1912) ne contiennent aucune disposition visant expressément la tuberculose, pas plus que le décret du 10 juillet 1913, qui précise dans une certaine mesure l'art. 66. Les quelques mesures d'hygiène générale édictées par les lois du 12 juin 1893 et du 11 juillet 1903 sont bien loin d'être appliquées partout. D'ailleurs, légalement, la tuberculose n'existe pas puisqu'il n'y a

Instruction sur le rôle du médecin dans l'éducation physique, Ministère de la guerre, Paris, 1922. Dans la même brochure on trouvera : *l'utilité de la radiologie pour l'appréciation de l'aptitude physique, la fatigue et ses retentissements physiques, etc.*

(1) Acad. Méd., Turin, 1891.

(2) Mosso. *La fatigue intellectuelle.*

pas de déclaration obligatoire. Il reste heureusement l'action d'éducation et de propagande éminemment diffusible des Dispensaires : un de ceux-ci que nous connaissons particulièrement, a suivi, pendant deux ans, près de 2.000 familles dans un seul arrondissement de Paris; il s'est mis en rapport avec les chefs ou les médecins des milieux industriels, commerciaux, scolaires, etc., pour y découvrir les foyers de contagion.

Afin de vérifier l'influence professionnelle, nous avons, dans ce même Dispensaire, recherché les pourcentages des cas de tuberculose pulmonaire parmi les malades du poumon, — femmes et jeunes gens ou jeunes filles, — qui s'y sont présentés pendant les années ayant précédé la guerre : 1913, 1914, 1915. Presque tous ces malades étant entrés dans les usines et ayant affronté les travaux pour lesquels ils n'étaient pas préparés, que sont devenus ces pourcentages pendant les années de guerre 1915, 1916, 1917 ? La morbidité tuberculeuse pour les femmes a augmenté de 26 % et de 34 % pour les jeunes gens et jeunes filles. Ces chiffres, pour les femmes, concordent avec ceux que fournissent d'autres statistiques (1). Les enquêtes ont établi que la cause en réside dans les conditions professionnelles. Les chiffres de mortalité apportent une autre confirmation : d'après les listes du « Registar general », à Londres et dans les autres grandes villes d'Angleterre, la mortalité masculine est supérieure à la mortalité féminine; mais là où une partie de la population féminine est occupée dans l'industrie, comme dans plusieurs villes du Nord, le rapport est inverse. Mêmes constatations pour la France (industrie textile à Lyon) et l'Allemagne. Ainsi donc, si la sélection rationnelle n'est pas effectuée, c'est la maladie et la mort qui la font.

Le Dispensaire d'hygiène sociale peut et doit constituer un centre de choix pour l'orientation professionnelle : c'est là où déjà s'adressent les familles qui redoutent pour leurs enfants de futures atteintes professionnelles graves et où sont réunis les moyens d'action et d'investigation médicale et sociale nécessaires.

On protège l'enfant pendant toute sa période scolaire, on prend toutes les précautions possibles pour le défendre contre les maladies. Un beau jour, il sort de l'école, il entre à l'atelier ou au magasin, et, brusquement, la protection cesse. alors qu'il va se trouver, nous le répétons, dans des conditions d'hygiène bien différentes, qu'il va traverser la période la plus délicate de son existence. Si tant de précautions sont justifiées pour l'enfant à l'école, pourquoi le seraient-elles moins pour l'enfant à l'atelier ?

Nous avons étudié l'état actuel de la protection légale de l'enfant en particulier (1) et nous avons montré que les mesures édictées sont encore bien insuffisantes. On invoque souvent les lois de 1851 et 1910, mais elles ne s'appliquent que lorsqu'il existe un contrat d'apprentissage, et les inspecteurs de travail ne surveillent pas les clauses et conditions des contrats d'apprentissages. Invoquera-t-on le certificat d'aptitude physique prévu pour les enfants de 12 ans par la loi de 1892 qui donne en outre aux inspecteurs du travail le droit de requérir l'examen médical de tous les enfants âgés de moins de 16 ans et d'exiger le renvoi d'un enfant de l'usine sur avis conforme du médecin ? Nous avons montré que ces dispositions, pour le certificat, constituent une simple formalité rapidement remplie, — et sont inopérantes pour le renvoi d'un enfant, l'inspecteur du travail n'étant pas compétent pour dépister un état morbide et solliciter l'avis médical assez tôt, c'est-à-dire utilement.

A notre sens, on devrait donc, avant tout, rendre obligatoire l'inspection médicale des apprentis et jeunes ouvriers. En préservant l'enfant, n'est-ce pas toute la population ouvrière de demain, n'est-ce pas le citoyen, le père et la mère de famille future que l'on préserve ? N'évite-t-on pas à sa famille et à la société des charges futures considérables ? Ne diminue-t-on le nombre de déchets professionnels qui deviennent fatalement des déchets sociaux? L'inspection médicale des ouvriers fonctionne déjà en Belgique, en Angleterre et en Allemagne, pourquoi ne la réaliserait-on pas en France où, plus qu'ailleurs, s'impose le besoin de conserver la race ?

Mais un dernier point sur lequel nous attirons l'attention, c'est l'intérêt de consigner sur la fiche, où auront été déjà notés les résultats de l'examen complet avant l'entrée à l'usine ou à l'atelier, toutes les observations faites au cours de la vie professionnelle et en outre les mensurations périodiques permettant de suivre la croissance et le développement du jeune ouvrier. Que le poids soit resté stationnaire, que la courbe de croissance n'ait pas présenté sa marche normale, et voilà déjà des indices révélateurs, voilà la possibilité de rechercher si l'enfant est apte à continuer sa tâche, s'il n'y aurait pas lieu de la modifier ou de l'alléger. Cela constituerait

(1) E. Arnould. *La mortalité tuberculeuse du sexe feminin.* Rev. de la Tub. Paris, nº 2, 1922.

(1) Lanfer, *loc. cit.*

l'extension naturelle de la réglementation sur les charges ou fardeaux excédant les forces de l'enfant : quelle différence y a-t-il en effet entre un enfant qui porte une charge trop lourde et un apprenti qui exerce un travail trop lourd pour ses aptitudes ? Nous réclamons, en somme, pour le producteur humain, autant de sollicitude que pour le producteur mécanique.

Selon que l'orientation professionnelle sera ou non une œuvre d'hygiène, elle prendra les proportions d'un bienfait social ou manquera son but.

Dr René LAUFER,
Directeur adj. de Laboratoire à l'Ecole pratique des Hautes-Études,
Médecin Directeur de Dispensaire d'Hygiène sociale de la Seine,
Médecin inspecteur des Écoles.

REVUE INDUSTRIELLE

LE CHAUFFAGE AU CHARBON PULVÉRISÉ

I

L'emploi du charbon en fine poussière mis en suspension dans un jet d'air et brûlant comme un gaz est loin d'être une nouveauté. On sait, en effet, que les premiers brevets de Diesel, relatifs aux moteurs à combustion interne, avaient trait à l'emploi de combustibles solides, en poudre impalpable, injectée dans de l'air porté à haute température par une compression préalable. Les difficultés occasionnées par les cendres qui restaient dans le cylindre, lequel s'encrassait et s'usait rapidement, amenèrent l'inventeur allemand à renoncer au charbon et à utiliser comme combustible les huiles lourdes universellement employées atuellement dans ce genre de moteurs.

CHAUFFAGE DES FOURS A CIMENT

Toutefois, l'idée restait : La première application pratique du combustible pulvérisé fut faite en 1895 aux fours à ciments rotatifs. On obtint immédiatement d'excellents résultats. Ces appareils se composent, comme on sait, d'immenses cylindres (ayant 50 et même 80 mètres de long) tournant autour de leur axe et à l'entrée desquels on fait arriver les matières premières qui, chauffées jusqu'au point de ramollissement de la masse, donneront le ciment. Vers la sortie, on injecte le charbon très finement pulvérisé (passant au tamis de 4900 mailles au cm²). Un violent courant d'air emporte le combustible vers l'entrée. Or, le mélange air-charbon peut brûler absolument comme le jet gazeux qui sort d'un bec Bunsen. Si on y met le feu, on obtient une longue flamme dirigée vers l'entrée du four, de sorte que les chaux argileuses se trouvent dans des régions de plus en plus chaudes à mesure qu'elles se rapprochent de la sortie. Comme, en une région déterminée du four la température est très constante, comme aussi la flamme est partout en contact intime avec les matières à chauffer, la qualité des produits obtenus est très régulière. D'autre part, comme le mélange combustible effectue un très long trajet dans une enceinte à haute température, le charbon peut brûler d'une manière complète, c'est-à-dire, sans formation d'oxyde de carbone et en même temps sans qu'il soit nécessaire d'envoyer un excès d'air (1). On a trouvé dans des fours à ciment rotatifs bien conduits, des gaz brûlés ayant une teneur en anhydride carbonique de plus de 17 %. En même temps les cendres disparaissent dans le ciment où leur présence n'offre aucun inconvénient.

Cette application du combustible pulvérisé s'est généralisée un peu partout : on évalue, à l'heure actuelle, à plus de huit millions de tonnes la quantité de charbon consommé annuellement sous cette forme dans les fours à ciment rotatifs du monde entier.

CHAUFFAGE DES FOURS MÉTALLURGIQUES

Vers 1905, les Américains essayèrent de chauffer des fours métallurgiques au moyen de char-

(1) La combustion complète du charbon, suivant la réaction

$$C + O^2 = CO^2$$

dégage par kilogramme de charbon 8.000 calories, alors que la réaction incomplète

$$C + O = CO$$

ne fournit que 2500 calories par kilogramme de charbon. Il y a donc un intérêt majeur à amener assez d'air pour effectuer la combution complète. Théoriquement par kilogramme de carbone, il faut envoyer 11 m³ d'air à 21 0/0 d'oxygène (en volume) et les gaz de la combustion contiennent 21 0/0 de CO^2. En réalité, les charbons usuels contiennent de l'hydrogène libre ou combiné, de sorte que lors de leur combustion complète sans excès d'air, les gaz brûlés ne renferment guère que 18 0/0 de CO^2. Sauf précautions spéciales d'ailleurs, il est impossible de ne pas produire d'oxyde de carbone, si on n'envoie pas par kilogramme de charbon de 14 à 20 mètres cubes d'air, de sorte que les gaz de la combustion renferment au maximum 15 0/0 d'anhydride carbonique et au minimum 4 0/0 d'oxygène dans les foyers brûlant le charbon en morceaux et réalisant la combustion complète. Dans les chaudières à vapeur, il est même rare que l'on dépasse 12 0/0 d'anhydride carbonique.

L'excès d'air a naturellement pour effet de refroidir les flammes, et d'augmenter les pertes à la cheminée en entraînant une certaine quantité de chaleur empruntée au combustible.

bon pulvérisé. A l'encontre de ce qui s'était produit pour les fours à ciment, il fallut plus de six ans pour mettre au point la nouvelle application. Les difficultés rencontrées provenaient notamment de ce que l'on avait voulu adapter à des foyers déjà existants les brûleurs des fours à ciment. Or, ces derniers produisaient un jet étroit, animé d'une très grande vitesse, qui arrivait, comme un dard de chalumeau, jusqu'aux parois du four métallurgique où il provoquait la fusion des revêtements. Il fallut commencer par diminuer la longueur de ces dards en réduisant la vitesse du mélange combustible; on augmenta ensuite les dimensions des chambres de combustion, on en modifia les formes, de façon à ne plus soumettre les briques à l'action directe d'un jet gazeux à haute température. Vinrent ensuite les difficultés causées par les cendres. Peu fusibles, celles-ci agissent sur les parois comme un jet de sable qui produit une désagrégation rapide; plus fusibles, elles forment des scories difficiles à évacuer; à point de fusion très bas, elles forment des blocs de mâchefer dans les tuyaux et les carneaux. On put cependant arriver à surmonter ces divers inconvénients et, vers 1912, le procédé était entré dans la pratique courante américaine. Les avantages apparurent rapidement : il était possible de régler à volonté les proportions de charbon et d'air, et ainsi de travailler en atmosphère réductrice ou oxydante ; on pouvait maintenir une température uniforme dans un large volume et surtout utiliser à son maximum l'énergie entière du combustible, puisque l'on a, dans certains fours, obtenu, toujours sans trace d'oxyde de carbone, une teneur des gaz brûlés de 17 % d'anhydride carbonique. Dans les installations les mieux réussies, on a pu voir le rendement thermique augmenter de 10 %. Actuellement, on peut dire que le chauffage au charbon pulvérisé est d'application courante pour les fours à griller le minerai, les fours à réchauffer les pièces de forge; des essais très encourageants ont lieu pour les petits fours de forge, les fours à fondre les alliages spéciaux, les fours Martin. Il convient aussi de reconnaître qu'on évite ce mode de chauffage pour tous les appareils comportant des récupérateurs, dont les carneaux sont rapidement obstrués par les cendres.

Chauffage des chaudières a vapeur

C'est en 1913 que les premiers essais eurent lieu — toujours en Amérique — en vue d'appliquer le chauffage par charbon pulvérisé aux chaudières à vapeur. Les difficultés rencontrées sur les fours métallurgiques réapparurent, exagérées : En effet, les foyers des chaudières sont toujours relativement petits; les parois sont donc soumises à l'action directe du jet de flammes. D'autre part, à peine la combustion est-elle terminée que les gaz chauds viennent en contact avec les tubes d'eau, dont la température est toujours inférieure à celle de la solidification des cendres. Celles-ci peuvent donc s'y fixer, en produisant une couche solide mauvaise conductrice qui gênera la transmission de la chaleur. Enfin les gaz brûlés suivent dans les carneaux des chemins souvent assez compliqués; les contours favorisent le dépôt des matières entraînées qui y provoquent des obstructions. Aussi a-t-on dû admettre un excès d'air dans les brûleurs au charbon pulvérisé alimentant des chaudières. Cet excès d'air diminue la température de la flamme et l'abaisse aux environs de 1600° dans la partie la plus chaude. En même temps des orifices ménagés dans les parois du foyer admettent le long des parois une certaine quantité d'air froid. La température des revêtements descend ainsi aux environs de 1300°, ce qui évite toute fusion des briques. Naturellement, le rendement thermique se ressent de ces efforts pour abaisser la chaleur de la flamme : l'augmentation de rendement par rapport aux chaudières ordinaires dépasse très rarement 5 %, la teneur des fumées en anhydride carbonique arrive à peine à 14 %, soit quand même 2 % de gain sur les installations au charbon en morceaux. Bien que le gain réalisé soit faible, le procédé est tellement souple que les progrès en sont maintenant très rapides. Jusqu'à la fin de 1919, il avait été installé en Amérique 50000 m² de surface de chauffe. Une quantité égale fut installée dans la seule année 1920 et de nouvelles réalisations ont lieu tous les jours. C'est ainsi que la maison Ford a fait équiper la plus puissante chaudière du monde (2640 HP) avec des brûleurs à charbon pulvérisé; le Milwaukee Electric Railway and Light C°, après essais poursuivis pendant deux ans sur six chaudières d'une puissance totale de 2500 chevaux, a mis en construction une centrale de 50000 kilowatts, uniquement chauffée par le nouveau procédé et compte en porter la puissance à 200000 kw. L'Europe commence à suivre le mouvement. A Bruay, par exemple, une centrale de 50000 kilowatts utilisant les déchets de la mine marchera au charbon pulvérisé.

II

Description d'une installation a charbon pulvérisé

a) *Opérations préliminaires.* — Pour que la poudre fine ne s'agglomère pas dans les transports qu'elle aura à subir, il est nécessaire que le charbon soit parfaitement desséché, au point de contenir moins de 1 % d'eau hygrométrique. Cette dessication n'est possible que si le combustible a été préalablement concassé en morceaux de la grosseur d'une noisette. Au sortir du concasseur, le charbon passe dans un séparateur magnétique qui enlève tous les morceaux de fer, clous, boulons, etc., dont la présence causerait aux pulvérisateurs de graves dommages. De là il est transporté dans les sécheurs, généralement constitués par des fours rotatifs tournant très lentement et chauffés, soit par les foyers indépendants, soit par les gaz brûlés provenant des chaudières.

b) *Pulvérisation.* — Une fois complètement débarrassé de son eau hygrométrique, le charbon passe dans les moulins à pulvériser, du genre des broyeurs à boulets. Une bonne pulvérisation est essentielle : elle doit être poussée d'autant plus loin que le charbon est moins riche en matières volatiles et plus chargé en cendres. Un charbon riche en matières volatiles laisse un coke poreux, offrant une grande surface de contact à l'air de la combustion et d'autre part les gaz distillés brûlent de leur côté. Une division grossière suffit. Au contraire, un charbon cendreux contient des grains incombustibles qui diminuent l'aire commune avec le comburant; il devra donc être fractionné davantage. On peut compter qu'un charbon moyen est convenablement pulvérisé quand il laisse un résidu de 15 à 20 % au tamis de 4900 mailles au cm².

La poussière de charbon est séparée des éléments plus grossiers, soit par tamisage dans un trommel, soit par entraînement dans un courant d'air. On l'envoie ensuite dans les trémies de réserve.

c) *Transport.* — Quand la distance entre les trémies et le lieu d'emploi est faible, le transport se fait par une vis sans fin (par un dispositif analogue à celui employé dans certains hachoirs de ménage). Pour les grandes distances, on a recours au transport pneumatique. On peut, soit « émulsionner » le charbon, c'est-à-dire le mettre en suspension dans un courant d'air, dans la proportion de 4 m³ d'air pour un kilogramme de charbon, soit former un bouchon de combustible en poudre près de l'entrée d'un tuyau et déplacer ce bouchon en faisant arriver par derrière de l'air comprimé à 6-8 kg : cm².

d) *Combustion.* — Arrivée au lieu d'emploi, la poudre de charbon est envoyée dans les brûleurs. Ce sont d'immenses becs Bunsen dans la tuyère desquels on amène le charbon pulvérisé, entraîné par un courant d'air (air primaire); on obtient un jet central qui, par un ajutage annulaire concentrique, reçoit l'air complémentaire (air secondaire) nécessaire pour amener une combustion parfaite. Dans d'autres systèmes, le mélange d'air primaire et de charbon arrive par une tuyère annulaire : c'est dans l'axe du jet que l'on insuffle l'air secondaire; en somme, on réalise un dispositif analogue au chalumeau oxhydrique. Par le premier procédé on réalise des jets vifs et étroits, susceptibles d'entraîner hors du foyer les cendres infusibles; le second appareil donne une flamme de gros volume, de faible vitesse, qui laisse tomber dans le cendrier les cendres trop fusibles.

Inconvénients du chauffage au charbon pulvérisé

En dehors des inconvénients techniques plus haut signalés et que les perfectionnements apportés aux appareils rendent négligeables de jour en jour, le charbon pulvérisé offre des dangers particuliers d'explosion et d'incendie. Tout d'abord, en raison de sa grande surface de contact avec l'air, des combustions spontanées sont possibles; il faut donc ne broyer d'avance que les quantités de charbon strictement nécessaires pour assurer le fonctionnement de l'usine pendant la durée normale d'un arrêt des appareils pulvérisateurs. En second lieu le mélange de poussiers et d'air est particulièrement explosif (1) aussi faut-il éviter les flammes dans le voisinage des appareils de broyage; il est de même nécessaire d'assurer une étanchéité parfaite des conduites. D'ailleurs, moyennant certaines précautions actuellement bien définies, les dangers ne sont pas plus grands que dans les installations munies, par exemple, de chauffage au gaz.

Une autre objection contre le charbon pulvérisé est le prix de revient élevé des installations. Il est évident que les broyeurs, les sécheurs, les pulvérisateurs, les transporteurs divers exigent des immobilisations importantes, un amortisse-

(1) On sait que c'est à un tel mélange qu'est due la catastrophe des mines de Courrières en 1905; un accident qui coûta récemment la vie à deux ouvriers dans une usine d'automobiles de Paris a été provoqué par une installation de charbon pulvérisé.

ment considérable, un personnel assez nombreux et une dépense d'énergie notable. On peut compter que les frais de premier établissement sont majorés de 40 à 100 % dans les centrales à combustible pulvérulent ; l'amortissement subit une augmentation plus considérable encore ; enfin les frais de personnel et les dépenses d'énergie majorent de 5 à 10 % le prix de la tonne de charbon. On conçoit que l'avantage pécuniaire provenant de l'augmentation de rendement puisse être compensé — et au-delà — par les frais supplémentaires. Il ne faut donc pas considérer que le charbon pulvérisé doive être appliqué en toute circonstance ; on ne devra, au contraire, se décider à son emploi qu'après une étude poussée à fond.

Avantages du charbon pulvérisé

Dans cette étude, le point de vue financier n'est pas à examiner d'une façon exclusive. D'autres considérations interviennent qui peuvent faire pencher la balance. Techniquement, en effet, le nouveau mode de chauffage présente une indiscutable supériorité : tout d'abord il permet, avec des combustibles normaux, d'obtenir un rendement supérieur ; et ce n'est point là un avantage à négliger, par les temps, qui commencent seulement, de crise du charbon. L'augmentation de rendement a une cause double :

En premier lieu, la combustion s'effectue dans des conditions qui se rapprochent le plus de celles de la combustion théorique, c'est-à-dire avec le minimum d'air. La perte de chaleur par les gaz brûlés est donc minimum. En second lieu, les cendres des foyers usuels contiennent une notable proportion de charbon imbrûlé, atteignant 2 et 3 % du combustible initial; le nouveau procédé abaisse cette proportion à moins de 1 %. Mais son gros avantage économique se trouve dans son incomparable souplesse de fonctionnement : avec lui, on peut brûler des charbons de toute qualité, depuis les meilleurs gallois, jusqu'aux anthracites cendreux, autrement inutilisables. On l'a même appliqué à des poussiers de coke. (Il est vrai que les propriétés abrasives de ce dernier combustible occasionnent une usure rapide des broyeurs et des pulvérisateurs). De plus, les brûleurs à charbon pulvérisé peuvent supporter des allures de chauffe très diverses : au contraire des grilles ordinaires qui ne conviennent guère que pour un taux donné de vaporisation, les brûleurs peuvent pousser la production de la vapeur jusqu'à deux fois la valeur normale sans que le rendement de la combustion soit sensiblement modifié. Et tout cela est obtenu sans main-d'œuvre spéciale, de sorte que l'économie globale n'est plus à la merci de l'expérience ou du zèle des chauffeurs.

Quelle est la destinée finale du nouveau mode de chauffage ? Il est bien difficile de se prononcer sur une application encore à ses débuts. Néanmoins on ne saurait actuellement apporter trop d'attention aux procédés qui permettent d'utiliser des combustibles de qualité quelconque et d'en retirer le maximum d'énergie. Si l'on ajoute à cela que le chauffage au charbon pulvérisé tend à transformer le travail de chauffe en simple surveillance, on reconnaîtra que, par là, il correspond bien à l'évolution générale de l'industrie moderne. Pour toutes ces raisons, il a paru intéressant de le signaler à nos lecteurs.

A. Foch.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences Juillet 1922).

Arithmétique. Dans un Mémoire de 1878, MM. Frobenius et Stickelberger ont utilisé la théorie des formes bilinéaires arithmétiques pour l'étude des groupes abéliens finis. Partant de cette même idée, jusqu'ici peu exploitée, M. *A. Châtelet* montre comment on peut appliquer la notion de forme bilinéaire — ou, si l'on veut, celles de matrices, de modules et de tableaux — à la recherche des automorphismes et des sous-groupes d'un groupe abélien fini.

Analyse. 1. M. *A. Cahen* utilise la transformation $u=y-xy'$, $v=y'$ pour étudier les intégrales singulières des équations du premier ordre.

2. Soit $F(z)$ une fonction entière d'ordre fini ayant tous ses zéros sur une droite D du plan complexe ; moyennant certaines conditions simples, M. *Miecislas Biernacki* montre que la droite D est une ligne d'accumulation des zéros de la dérivée $F'(z)$.

3. M. *Abramesco* applique l'intégrale de Cauchy à deux variables pour développer une fonction $F(x,y)$ en série de polynomes de deux variables : la série converge pour x et y intérieurs respectivement à deux courbes (C) et (Γ); les polynomes dépendent seulement de (C) et (Γ); les coefficients dépendent de (C), (Γ) et $F(x,y)$.

L'Auteur applique à deux exemples, dont le second est celui des polynomes de Tisserand.

Géométrie. — Dans la 4e édition de *Raum, Zeit, Materie*, M. H. Weyl, après avoir admis que l'espace est à connexion affine (et sans torsion), introduit un « groupe des rotations en un point », groupe qui conserve les volumes et satisfait à deux axiomes; pour $n=2$ et $n=3$, ce groupe est bien déterminé; c'est celui des rotations euclidiennes; M. H. Weyl admet qu'il en est ainsi dans un espace à un nombre quelconque de dimensions. Or, comme le montre M. *E. Cartan*, cet important théorème peut être complètement établi : les deux axiomes de M. H. Weyl s'expriment simplement dans le langage de la théorie des formes quadratiques extérieures ; et, ainsi posé, le problème peut être résolu à l'aide des travaux de M. Cartan sur les groupes simples et semi-simples.

Mécanique. M. Jules Andrade envisage les modifications que subirait le mouvement des planètes si l'on substituait à l'équation fondamentale de la dynamique une loi telle que

$$\overline{F} = \frac{m\overline{J}}{(1-\beta V^2)}$$

Elasticité. Comme le montre M. *Farid Boulad Bey*, on peut utiliser des constructions géométriques fondées sur des sphères auxiliaires pour déterminer les efforts intérieurs et les déplacements en élasticité ; l'une de ces représentations généralise une construction bien connue de M. d'Ocagne (à l'aide d'un cercle auxiliaire).

Physique mathematique. D'après M. *Paul Dienes*, le déplacement successif d'un tenseur de p à q, puis de q à p conduit à un tenseur cinématique nouveau : ce résultat, énoncé antérieurement, l'Auteur le généralise au cas d'un déplacement quelconque. René Garnier.

Physique

La désintégration artificielle des éléments. — Sir Ernest Rutherford a fait, le 20 avril 1922, à la Société française de physique, une très belle conférence relative à ses recherches sur la désintégration artificielle des éléments.

1. — On admet assez généralement aujourd'hui que les atomes des divers éléments ont tous une structure analogue. Au centre de l'atome se trouve un noyau chargé positivement, de dimensions extrêmement petites, mais dont la masse est presque égale à celle de l'atome. Le noyau est entouré d'électrons maintenus en équilibre par les forces du noyau et répartis dans un volume dont le diamètre est de 2×10^{-8} cm. La charge positive globale du noyau vaut un nombre de charges élémentaires égal au numéro atomique de l'élément ; elle varie depuis 1 charge élémentaire dans le cas de l'hydrogène, jusqu'à 92, charges élémentaires dans le cas de l'uranium. Ces numéros atomiques représentent en même temps le nombre d'électrons « planétaires » qui entourent le noyau. Dans cette représentation de l'atome, les propriétés physiques et les propriétés chimiques ordinaires, la masse exceptée, dépendent entièrement de la charge nucléaire, car celle-ci détermine le nombre et l'arrangement des électrons extérieurs, dont dépendent ces propriétés. La masse de l'atome est une propriété du noyau et n'exerce qu'un effet secondaire sur la distribution des électrons et par suite sur les propriétés ordinaires de l'atome. Ce point de vue rend compte de l'existence des isotopes, qui sont des atomes de même charge nucléaire mais de masses nucléaires différentes.

Par l'action de la lumière ou de la décharge électrique nous pouvons facilement arracher un ou plusieurs électrons extérieurs de l'atome : même, par l'action des rayons X et des rayons β rapides, nous pouvons arracher un électron plus voisin du noyau. Par ce moyen nous pouvons produire une transformation de l'atome qui donne un ion positif, mais ce n'est qu'une transformation temporaire, car un nouvel électron est vite capté et l'atome revient à son état primitif. Il semble qu'en général, et même dans le cas où plusieurs électrons auraient été enlevés par des moyens convenables, la stabilité du noyau n'étant pas altérée, l'atome reprendrait rapidement sa structure initiale.

Pour effectuer dans l'atome un changement *permanent* il est donc nécessaire de briser le noyau lui-même. Quand un électron est enlevé du noyau la charge de celui-ci subit une altération permanente et il n'est pas certain que ce processus soit réversible dans les conditions ordinaires des expériences.

Les atomes — sauf les atomes radioactifs — ont des noyaux extrêmement stables, qui, selon toute probabilité, restent inaltérés, dans les conditions réalisées sur la terre, pendant des milliards d'années.

La radioactivité est une propriété du noyau : elle se manifeste d'une manière générale par l'émission d'une particule α rapide ou noyau d'hélium, et de temps à autre d'un électron nucléaire rapide. Le nombre et la vitesse d'émission de ces particules semblent n'être nullement influencés par les moyens physiques et chimiques les plus puissants.

On peut donc admettre avec vraisemblance, que les noyaux des atomes lourds contiennent des noyaux d'hélium chargés positivement, ainsi que des électrons négatifs. On suppose généralement que le noyau d'hélium lui-même est une unité secondaire composée de quatre noyaux d'hydrogène et de deux électrons. S'il en est ainsi, on peut imaginer les noyaux de tous les atomes comme composés de noyaux d'hydrogène ou « protons » et d'électrons négatifs.

La radioactivité nous a fourni non seulement la clef du problème de la structure des éléments, mais sant moyen d'investigation pour scruter la constituaussi, grâce aux particules α et β rapides, un puistion interne de l'atome.

L'énergie des particules α rapides du radium et du thorium (16.000 km. par sec), qui est de beaucoup la plus concentrée des sources d'énergie connues, semble offrir le moyen le plus efficace pour attaquer l'assemblage solide du noyau.

Il n'est pas douteux qu'une particule α, projetée directement sur un noyau lourd, puisse pénétrer dans sa structure, mais son énergie peut être trop petite pour le briser. Nous pouvons espérer mieux d'une attaque sur les atomes plus légers, car les forces de répulsion des noyaux sont alors beaucoup plus petites et la particule α peut pénétrer dans la structure nucléaire en conservant une grande partie de son énergie.

2. — Avant d'étudier les expériences se rapportant à cette question, il est bon de dire quelques mots des collisions de la particule α avec le noyau d'hydrogène. En effet, la rupture de l'atome ne peut être envisagée dans ce cas. Quand les particules traversent de l'hydrogène gazeux, il se produit de temps à autre une forte collision entre une particule α et un noyau d'hydrogène, et il en résulte l'apparition de noyau H très rapides. Ces particules H ont un parcours quatre

fois plus grand que celui des particules α incidentes, ce dont on peut facilement se rendre compte par les scintillations qu'elles produisent sur l'écran au sulfure de zinc.

Rutherford a établi, il y a déjà plusieurs années, que des particules α, traversant des gaz secs, tels que l'oxygène ou l'acide carbonique, produisent un petit nombre de faibles scintillations au-delà du parcours des particules α. On a cru que ces scintillations « naturelles » étaient dues à des atomes d'hydrogène provenant de la source, cette dernière ayant été contaminée par un peu d'hydrogène durant son exposition à l'émanation du radium. Cependant, si l'on remplace l'oxygène ou le gaz carbonique par de l'air sec, le nombre des scintillations devient trois ou quatre fois plus grand. Rutherford a établi que cet accroissement provenait de la présence de l'azote ; il est, en effet, encore plus accentué avec de l'azote chimique. Les particules qui produisaient les scintillations sont déviées par un champ magnétique et leur déviation était justement celle qu'on aurait pu calculer pour des atomes d'hydrogène chargés. Il semblait donc déjà probable que ces atomes d'hydrogène, dont l'existence se manifestait dans l'azote sec, mais non dans l'oxygène ni dans l'oxyde de carbone, devaient avoir leur origine dans la désintégration du noyau d'azote par suite d'une collision avec une particule α rapide.

3. — Rutherford a étudié d'une manière approfondie ce phénomène présenté par l'azote et constaté que d'autres éléments se comportent de même. L'appareil utilisé est très simple. Il se compose d'un tube de laiton de 3 cm. de diamètre, pourvu de robinets pour permettre la circulation des gaz desséchés. A une extrémité du tube se trouve un trou recouvert d'une mince plaque d'argent. L'écran de sulfure de zinc est fixé à une distance de 1,3 m/m de l'ouverture, laissant ainsi un espace vide dans lequel on peut insérer des écrans absorbants de mica. La source radioactive est placée sur l'extrémité d'une tige, de manière que sa distance à l'écran puisse varier à volonté. Pour diminuer la luminosité due aux rayons β de la source, l'appareil entier est situé dans un champ magnétique intense qui dévie ces rayons .

Supposons que la source radioactive consiste en un disque de laiton couvert sur une face d'une couche invisible de radium C correspondant par son activité de rayonnement γ à 40 mg. de radium, que cette source soit placée à 3,5 cm. de l'écran et qu'un courant d'hydrogène sec soit introduit dans l'appareil. Supposons que le pouvoir absorbant des matières intercalées entre la source et l'écran de sulfure de zinc corresponde à 20 cm. d'air, c'est-à-dire qu'il suffise, pour arrêter une particule α qu'elle ait eu à traverser 20 cm. dans l'air. Le passage des particules α libère un grand nombre d'atomes d'hydrogène très rapides qui produisent des scintillations sur l'écran ; leur nombre est si grand — en fait plusieurs milliers par minute — qu'il serait impossible de les compter sans réduire l'activité de la source. Si l'on ajoute des écrans de mica de plus en plus absorbants, leur nombre diminue rapidement, et, pour une absorption correspondant à 30 cm., par exemple, on n'observe plus aucune scintillation H. On obtient un effet tout à fait semblable si on substitue l'oxygène à l'hydrogène et si on place une couche mince de paraffine ou autre substance contenant de l'hydrogène devant la source. Le nombre de scintillations H qu'on observe pour une absorption donnée dépend uniquement de la quantité d'hydrogène et est absolument indépendant de son état chimique. Nous arrivons ainsi à cette conclusion que, dans les conditions de l'expérience, aucun atome H provenant de l'hydrogène à l'état libre ou en combinaison chimique, ne peut être décelé par scintillation pour une absorption supérieure à 30 cm. d'air.

Si, à l'oxygène qui ne donne pas de scintillations, on substitue de l'air sec, on voit immédiatement, pour une absorption de 30 cm. plus de 100 scintillations par minute. En ajoutant des écrans de mica on constate que les scintillations s'arrêtent pour une absorption de 40 cm. Il est évident que ces particules provenant de l'azote ont un plus grand parcours que les atomes d'hydrogène libres bombardés par les rayons α.

Si on remplace l'air par de l'oxygène, qui est sans action, et qu'on dispose sur la source successivement des feuilles minces de cuivre, de fer, d'argent, d'or, correspondant à un pouvoir absorbant de 3 cm. d'air, on n'observe plus aucune atome H pour une absorption de 30 cm. Une feuille d'aluminium, substituée aux précédentes, fait apparaître immédiatement, un nombre de scintillations supérieur à 100 par minute. Plusieurs de ces scintillations sont très fortes, elles ne cessent que pour une absorption portée à 90 cm. Il résulte de cette expérience que l'aluminium doit produire un certain nombre de particules de très long parcours.

En répétant des expériences analogues pour un grand nombre d'éléments, Rutherford et ses collaborateurs ont constaté que le bore, l'azote, le fluor, le sodium, l'aluminium et le phosphore donnent des scintillations pour une absorption supérieure à 30 cm., c'est-à-dire produisent des atomes H qui ne proviennent certainement pas d'une impureté contenant de l'hydrogène puisque leur parcours est supérieur à 30 cm.

Il semble probable que, pour un élément déterminé, aucune désintégration ne s'effectue lorsque la vitesse des particules α tombe en dessous d'une certaine valeur critique. Cela n'est d'ailleurs pas facile à démontrer d'une façon absolue, mais s'il en est bien ainsi, il faut en conclure que les particules α doivent avoir une certaine énergie critique minima pour pouvoir arracher un atome d'hydrogène du noyau.

Par l'étude des déviations subies dans un champ magnétique, on a établi que les particules provenant de l'azote, du fluor, du phosphore et de l'aluminium étaient des atomes H rapides ayant une charge positive. On peut donc conclure que, dans chaque cas, un atome d'hydrogène est arraché du noyau des éléments.

4. — La désintégration effectuée par les particules α ne se produit que sur une très petite échelle. Quand une particule α provenant du radium C traverse l'alu- une particule provenant du radium traverse l'aluminium, il est probable qu'elle traverse la structure électronique d'à peu près 100.000 atomes, mais deux particules seulement sur un million approchent suffisamment près du noyau intérieur pour effectuer la libération d'un atome d'hydrogène. Si l'on se rappelle que l'accumulation des particules α d'un gramme de radium produit 163 m/m³ d'hélium par an, à supposer que toutes les particules α d'un gramme de radium soient projetées sur l'aluminium, la quantité d'hydrogène libérée par la désintégration des noyaux

d'aluminium ne pourrait pas être supérieure à 1/1.000 de m/m^3 par an.

Ainsi, la quantité d'hydrogène libérée, dans les conditions expérimentales envisagées, échappe complètement aux moyens d'investigation chimiques ordinaires. L'étude de la désintégration n'a été possible qu'en se servant d'une méthode aussi sensible que celle où chaque atome H libéré produit une scintillation visible sur l'écran au sulfure de zinc.

Il est important de rechercher si des rayons β rapides ou des rayons γ énergiques du radium peuvent produire un effet quelconque. Rutherford a trouvé que ni les rayons β ni les rayons γ ne fournissent une énergie suffisante à un atome d'hydrogène, dans l'hydrogène ordinaire, pour qu'un effet soit perçu par la méthode des scintillations. A plus forte raison devons-nous nous attendre moins encore à ce que ces rayons puissent libérer un atome d'hydrogène rapide d'un noyau complexe. Il est possible néanmoins que ces agents, en particulier les rayons γ de très courte longueur d'onde, puissent libérer un électron, et de cette manière, amener une modification du numéro atomique. Toutefois, si l'atome restant est instable et se brise avec émission d'une particule rapide du genre rayons α, il est difficile d'être certain d'une telle transformation.

5. — Sir E. Rutherford est assez sceptique sur le résultat des expériences par lesquelles Ramsay a cru autrefois observer la production de néon et la libération de lithium à partir du cuivre sous l'influence des rayons α de l'uranium, — comme sur celles par lesquelles on a cru constater, à diverses reprises, la production d'hydrogène ou d'hélium par les électrodes, lors de décharges électriques intenses. Rutherford pense que si, dans ces expériences, une transformation s'est produite, il est douteux qu'elle ait été assez importante pour que les méthodes chimiques usuelles qui pouvaient être employées fussent susceptibles de la caractériser.

« Bien qu'il soit dangereux d'être dogmatique sur ces points, conclut Rutherford, tout porte à croire que les atomes sont de structure si stable et que les noyaux sont assemblés par des forces si puissantes que seules les sources d'énergie aussi concentrées que les particules α sont susceptibles de réussir dans l'attaque de leur structure si bien protégée. Même quand une désintégration se produit, cela n'a lieu que sur une échelle minime, et seules quelques particules α sur un million sont efficaces. Mais si nous avions des atomes chargés contenant dix fois l'énergie de la particule α du radium, nous pourrions probablement pénétrer la structure nucléaire de tous les atomes et même parfois les désintégrer. » A. Bc.

Acoustique

Le sonomètre optique de Hilger. — La variation de pression due au passage d'une onde sonore a été, depuis une dizaine d'années, l'objet de très nombreuses études; et il est à peine besoin de rappeler l'application qui en fut faite, pendant la guerre, pour le repérage au son des batteries ennemies. La maison Hilger vient de présenter un appareil destiné à permettre l'enregistrement de cette variation de pression.

Qu'on imagine un pavillon portant à sa partie rétrécie un diaphragme élastique. Sous l'action des variations de pression, le diaphragme va se déformer. Or sa face inférieure est métallisée. Par suite un faisceau lumineux tombant sur cette surface réfléchissante sera dévié : il suffit d'enregistrer photographiquement la déviation pour avoir une idée des variations de pression.

Naturellement diverses difficultés, communes à tous les enregistrements de variations rapides, se présentent : tout d'abord, le diaphragme doit être très léger, ce qui exclut l'emploi des miroirs usuels et oblige à utiliser des systèmes optiques assez compliqués (fente et lentille cylindrique) pour obtenir des images pouvant impressionner la pellicule photographique.

En second lieu, le diaphragme, étant élastique, possède une période propre — que l'expérience a montré n'être pas sensiblement influencée par la présence du pavillon — et voisine de 1/200 de sec. Par conséquent, il faudra éviter, sous peine de voir apparaître des phénomènes de résonance, de vouloir enregistrer des variations de pression ayant une période voisine de la période propre du diaphragme. Seules pourront donner naissance à des inscriptions *qualitativement* correctes, les vibrations dont la période différera suffisamment de celle du diaphragme.

Nous disons, avec les constructeurs, *qualitativement*. Pour déduire des tracés des renseignements *quantitatifs*, il est nécessaire, ainsi que le montre la théorie des oscillations entretenues, de connaître la masse superficielle et l'élasticité du diaphragme. Des expériences faciles à imaginer donnent ces indications. Mais la détermination de la forme de l'onde incidente, d'après le tracé fourni par la membrane vibrante, est chose passablement compliquée : dans le cas — qui est *le plus simple* — d'une onde périodique, le rang, l'amplitude, la phase de chaque harmonique interviennent simultanément pour déformer le tracé. — Tous ceux qui ont eu à interpréter des oscillogrammes de courants alternatifs savent combien ce travail est fastidieux et délicat. Néanmoins la difficulté d'une tâche ne doit pas faire oublier son intérêt. Un instrument bien construit *doit* rendre de grands services. Or, à ce point de vue, le nom de Hilger suffit comme garantie. A. F.

Géologie

L'analogie de disposition des alluvions quaternaires de la vallée du Rhin et de la vallée de la Seine. — M. Gignoux (*C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.* 1922, p. 135), vient de faire connaître la découverte d'une molaire d'*Elephas antiquus*, aux environs de Strasbourg, dans des conditions de gisement extrêmement intéressantes.

Les graviers de Wunzenau, à 13 km. N.-N.-E. de Strasbourg, sont exploités sous l'eau, à la drague, sur une quinzaine de mètres de profondeur.

On y trouve de haut en bas :

1° Des couches résultant de l'évasement d'un bras du Rhin et contenant des objets de l'âge du bronze ainsi que les restes d'un bateau romain;

2° 6 à 7 m. de sables avec gros troncs de chêne et Molaires de Mammouth (*Elephas Primigenius*).

3° Vers 7 à 8 m. de profondeur, couche à *Elephas Antiquus*.

On a donc là trois formations quaternaires *superposées*; ce qui est fort rare.

Or, en général, les gisements à *Elephas Antiquus*, appartiennent à une terrasse située à 30 à 40 au-dessus de la plaine actuelle du Rhin.

Il semble donc que l'on ait là la preuve que les alluvions successives du Rhin sont, non pas *étagées*, l'une au-dessus de l'autre, mais *emboîtées* l'une dans l'autre. C'est un fait analogue à celui que Ameghino a fait connaître dès 1881 à Chelles, près de Paris.

Et cette découverte corrobore les conclusions auxquelles M. Boule est arrivé depuis longtemps, que à l'ère quaternaire a dû se succéder une série d'oscillations positives et négatives probablement liée aux alternances de périodes glaciaires et interglaciaires. P. L.

Biologie

La durée de la vie chez une mouche et chez l'Homme. — Raymond Pearl et Sylvia-Louise Parker ont entrepris des recherches expérimentales sur la durée de la vie d'une petite Mouche des fruits, *Drosophila melanogaster*, dont ils ont suivi au laboratoire des milliers d'individus appartenant à quatre lignées différentes (*American Naturalist*, novembre-décembre. 1921). Les observations ont porté uniquement sur les individus ailés, à partir du moment de l'éclosion de l'*imago*. Les Mouches étaient maintenues dans des conditions identiques, et recevaient la même nourriture préparée journellement avec une solution d'agar-agar, des bananes et un peu de levure. Les précautions les plus minutieuses étaient prises afin d'éviter les morts accidentelles ; une température constante de 25° était assurée par l'usage d'une étuve électrique. Les auteurs n'ont pas jugé utile de faire des culture aseptiques, non pour éviter les difficultés techniques, qui ne sont pas bien grandes, disent-ils, mais parce que la vie aseptique n'est pas une vie normale pour les *Drosophila*.

Afin d'établir leurs tableaux et dresser leurs courbes de mortalité, Pearl et Parker ont eu l'idée de prendre comme modèles les tables en usage dans les actuariats des Compagnies d'assurances sur la vie, et ils ont ensuite comparé les tables et diagrammes obtenus par l'étude des *Drosophila* avec ceux relatifs à l'Homme, la seule espèce pour laquelle il existe des données parfaitement exactes. Or, il se trouve que les lois de la mortalité sont tout à fait similaires chez *Drosophila* et chez l'Homme ; la durée de la vie oscille à peu près dans les mêmes limites, sauf qu'un jour de la vie de la Mouche correspond à une année environ de la vie de l'Homme. Les courbes ne sont pas cependant exactement superposables (comme il s'agit des *imagos* chez l'Insecte, on ne tient pas compte de la mortalité en bas âge et chez l'enfant jusqu'à 15 ans). Ainsi, dans la partie de la courbe qui correspond à l'âge de 30 à 50 ans (voir jours) environ, la mortalité est moins fréquente chez l'Homme que chez *Drosophila ;* en revanche, dans la partie de la courbe correspondant à la vieillesse, la chute est plus brusque chez l'Homme, alors que chez l'Insecte les survies sont plus nombreuses à cette époque et la mort moins précoce. Les auteurs supposent que l'écart constaté dans la partie moyenne des deux courbes serait dû à nos mesures d'hygiène et de salubrité publique qui parviennent à retarder la mort chez des individus débiles ; mais aussi la mortalité est-elle plus grande ensuite que chez les *Drosophila*. D'après Pearl et Parker, la mortalité chez cet Insecte suit une loi plus normale, plus « biologique » que chez l'Homme, où ses manifestations se trouvent entravées précisément par nos mesures d'hygiène. Ils citent un fait très curieux à cet égard. Ils ont dressé une courbe d'après les tables établies par Glover (1916) et par Macdonell (*Biometrika*, 1913) au sujet de la durée de la vie chez les populations des provinces romaines en Afrique, au début de l'ère chrétienne (les données étant fournies par les inscriptions sur les pierres tombales). Or la courbe de la mortalité chez *Drosophila* se place exactement entre celle de l'Homme actuel et celle de l'Homme d'il y a 2.000 ans ; l'allure de cette dernière est même plus régulière encore que celle de *Drosophila*. Les Hommes à cette époque vivaient vieux par suite de la robustesse de leur constitution, et ceux qui étaient chétifs disparaissaient successivement, à leur heure.

Pearl et Parker observent enfin que la durée de la vie n'est pas tout à fait la même chez les mâles et les femelles des *Drosophila*, et surtout dans les différentes lignées, celles à longues ailes, celles à ailes courtes. Il paraît manifeste que la durée de la vie est fonction de dispositions héréditaires et qu'elle est peu influencée par les conditions du milieu extérieur. A. Dz.

Statistique

Le jute. — La guerre de 1914 a donné de l'essor à l'emploi du jute. *The economist*, dans sa revue commerciale pour 1921, dit qu'on s'attendait à une récolte déficitaire, 4 millions de balles au lieu de 9 millions. Les cours haussèrent jusqu'à 37 £ la tonne en septembre dernier, puis la baisse se produisit jusqu'à 23 £ 10 sh. en décembre.

Les importations de jute brut du Royaume-Uni de 350.826 tonnes en 1913, sont tombées à 218.098 en 1920 et 103.700 en 1921.

Les exportations indiennes de jute brut furent, en 1920 :

Angleterre	714.416 balles
Etats-Unis	612.534 —
Allemagne	393.461 —
France	280.392 —
Belgique	143.952 —
Espagne	133.101 —
Italie	128.066 —
Brésil	48.770 —
Japon	41.132 —

Le jute vient à peu près exclusivement du Bengale. L'Inde exporte en outre du jute travaillé et même en quantité croissante. Cette exportation comprend en majeure partie des sacs (plus de 360 millions de sacs dont 71 millions aux Etats-Unis, 48 en Angleterre, 13,8 en France, etc.).

La production du jute en 1920 a été seulement de 6.960.000 balles, soit 30 % de moins qu'avant la guerre.

En France les importations de jute ont passé de 27 millions de kgs en 1876, à 45 millions en 1892.

Voici nos importations en 1913, 1920 et 1921.

	1913	1920	1921
fil de jute pur ou mélangé.	1.919 qx.	54.682 qx.	11.099
tissus	1.832 —	136.796 —	20.339
sacs vides	3.986 —	199.513 —	56.643
sacs pleins	276.680 —	349.146 —	261.742

Une très importante exportation de France comprend des fils de jute purs ou mélangés, des tissus, des tresses et semelles en fils de jute, des sacs neufs ou ayant servi. Les sacs figurent pour plus de 73 millions de francs. (*Economiste français*, 4 mars 1922.)

Les filatures de l'Inde travaillent de plus en plus le jute et elles ont utilisé, en 1919, 64 % de la production.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Sidérurgie

Les progrès de la sidérurgie. — La revue *Science et Industrie* a publié une étude très intéressante de M. A. Pawlowski sur l'évolution industrielle de la métallurgie, dont nous détachons ce qui a trait aux récents progrès de la sidérurgie. L'auteur fait remarquer que, déjà avant la guerre, cette industrie se voyait contrainte d'envisager la modernisation de son outillage. Le haut fourneau électrique avait fait son apparition en Scandinavie et au Canada, et l'on n'attendait plus que l'expérience du temps pour électrifier dans d'autres pays l'industrie de la fonte. Après avoir employé le bois, puis le charbon, et enfin le coke, la métallurgie du fer devait prévoir une utilisation rationnelle du courant électrique pour le traitement des minerais.

Devant une telle révolution, la métallurgie française prenait ses précautions. Les établissements Schneider, la Marine et Homécourt, Châtillon-Commentry, les Aciéries de Firminy, la Métallurgique de l'Ariège, le Saut-du-Tarn procédaient à l'aménagement de puissantes chutes d'eau dans le Jura, le Dauphiné, le Massif Central, les Pyrénées. A vrai dire, les industriels n'étaient pas précisément fixés sur les conditions dans lesquelles ils mettraient en œuvre la puissance disponible ; mais ils n'avaient pas voulu être pris au dépourvu. D'ailleurs, la découverte par Charles Keller du procédé de fabrication de la fonte synthétique en partant des riblons d'acier, ainsi que le perfectionnement par Girod, d'Ugine, des méthodes d'élaboration de l'acier électrique, permettaient aux métallurgistes de concevoir aisément un usage de l'énergie, dans le cas problématique où l'électrification du haut fourneau devrait encore être différée.

Mais voici qu'un coup de tonnerre éclate. Un chimiste, M. Basset, rompant avec les théories anciennes, démontre péremptoirement que le haut fourneau est périmé, et que la préparation de l'acier peut être réalisée sans passer par l'étape intermédiaire de la fonte du minerai suivant la formule courante. Il prouve que l'adjonction du coke n'est plus indispensable. Déjà M. Charpy avait fait entrevoir la possibilité de brûler dans le fourneau des combustibles quelconques ; M. Basset va plus loin : il supprime le fourneau lui-même, en se servant de l'oxyde de carbone.

Un tel procédé est de nature à révolutionner la sidérurgie. Sa généralisation s'imposera, sans doute, à bref délai, car les métallurgistes qui conserveraient l'ancienne méthode ne sauraient rivaliser avec des concurrents fabriquant directement l'acier : les prix de revient des premiers seraient prohibitifs au regard de ceux du système Basset.

Cette découverte, qui témoigne une fois de plus de l'insécurité de l'industrie, doit avoir des répercussions immenses sur l'avenir économique de la France. Notre pays était tenu en lisière par ses voisins, par suite de notre insuffisance en coke métallurgique. Notre sidérurgie se trouvera désormais libérée des entraves qui s'opposaient à son épanouissement, et nous n'aurons plus l'appréhension d'un approvisionnement difficile.

D'un autre côté, maîtres incontestés du marché des minerais, grâce à nos dépôts de Lorraine et de l'Ouest, capables d'extraire, si nous le voulons, cent millions de tonnes par an, nous pourrons porter notre production d'acier à un niveau jamais entrevu. En mesure de fabriquer à bon compte, nous serons armés pour la conquête des débouchés mondiaux qui hier nous échappaient.

Le procédé Basset n'exige qu'un outillage beaucoup plus simple que celui en usage dans les usines actuelles. Il est incomparablement plus facile et moins coûteux de construire des fours que ces creusets formidables qui constituent l'ossature de la sidérurgie moderne.

On pourrait croire, de prime abord, que la nouvelle méthode rend inutiles les travaux de captation des forces hydrauliques. Ce n'est pas certain. Outre que la sidérurgie aura encore besoin d'énergie pour l'élaboration des aciers spéciaux à haute résistance, il faut remarquer que le procédé Basset comporte un four où l'air est porté à un millier de degrés, et qu'il y aura tout avantage à réaliser cette température au moyen de l'énergie électrique. E. C.

Aviation

Un phare d'aviation. — Tout comme la navigation maritime, la navigation aérienne doit avoir ses ports, ses balisages, ses phares. Depuis que l'aviation est entrée dans la phase des applications commerciales, depuis que des services réguliers sont établis, nous assistons à la création de tout un organisme propre à assurer une exploitation ininterrompue, avec le minimum de risques pour les voyageurs et les marchandises. C'est ainsi que sont aménagés les parcs d'atterrissage et que des signaux électriques et optiques ont été combinés pour que les pilotes ne s'écartent de leur route ni le jour ni la nuit et reprennent contact avec le sol dans les meilleures conditions possibles.

La téléphonie sans fil permet déjà aux aviateurs de se renseigner sur leur route et de se guider par les temps les plus brumeux ; cependant, les appareils électriques peuvent ne pas fonctionner, et d'ailleurs il vaut mieux pécher par excès que par défaut de précaution ; aussi est-ce avec juste raison que les services de l'Aéronautique ont décidé de jalonner les grandes lignes aériennes, telles que Paris-Alger, par des phares lumineux de très grande puissance.

Le premier de ces appareils, destiné au poste du Mont Afrique, à 12 kilomètres environ de Dijon, a été construit par les Etablissements Barbier, Bénard et Turenne. Son intensité lumineuse atteint un milliard de bougies, produites par huit lampes à arc absorbant chacune 120 ampères sous 65 volts. Chaque arc, à charbons horizontaux, est placé au foyer d'une lentille à échelons de 1 m. 80 de diamètre et de 0 m. 50 de distance focale. L'ensemble de ce système optique est porté par deux plateaux solidaires d'un arbre vertical, mobile sur des roulements et des butées à billes, et lié à un moteur électrique qui fait tourner les faisceaux lumineux de façon à éclairer successivement tous les points de l'espace entourant le phare.

La portée de la lumière ainsi émise est d'environ 500 kilomètres par temps clair et de 150 kilomètres par temps moyen. E. C.

Chimie appliquée

Le coprah commercial. — Mlle R. Bonny a publié quelques analyses de coprahs, faites tout récemment

à l'Institut national d'agronomie coloniale. (*Agronomie coloniale*, mars 1922).

Les provenances des échantillons examinés sont très variées : Seychelles, Singapore, Togo, Mozambique, Ceylan, Zanzibar, Manille, Cébu, Macassar.

L'humidité a varié de 3.07 à 4,80 %; les matières azotées, de 5,162 % coprah avarié Seychelles, à 7,525, coprah Singapore ; les matières grasses, de 62,82 dans le coprah Singapore à 71,06 dans le coprah Zanzibar.

Les analyses de dix échantillons donnent la composition moyenne suivante :

Humidité	3.920
Cendres	1.672
Matières grasses	66.410
— azotées	6.300
— saccharifiables	11.000
Cellulose	1.878
Non dosé	8.820
	100.000

L. R.

Agronomie coloniale

L'action insecticide de la chloropicrine; la désinfection des semences de coton. — Depuis plusieurs années, le système de désinfection des graines de coton adopté officiellement en Egypte en vue de la destruction du « Ver rose » (*Pectinophora* [*Gelechia*] *gossypiella* Saund.) est fondé sur l'utilisation de la chaleur. Des étuves spéciales, d'une construction et d'un entretien très onéreux, permettent de traiter, en toute sécurité, de grosses quantités de graines pour semences ou pour l'exportation. Or, actuellement, certaines de nos colonies, l'Afrique Occidentale Française en particulier, font appel à des apports de graines de variétés de coton les plus réputées à l'étranger. Dans ces conditions, pour que les essais de culture n'échouent pas dès le début par suite de l'introduction d'un parasite dangereux, il est d'une importance primordiale de n'importer que des graines absolument saines. Des recherches ont été entreprises par le laboratoire d'Entomologie de l'Institut d'Agronomie coloniale et par la Station entomologique de Paris, pour obtenir une désinfection absolue avec le minimum de dépense.

L'agent insecticide qui fut retenu est la chloropicrine, utilisée pendant la guerre 1914-1918 comme gaz asphyxiant.

Ce produit est un liquide à la température ordinaire qui émet des vapeurs à la fois lacrymogènes et suffocantes. Il n'est ni incendiaire, ni explosif. Aucune précaution spéciale n'est à envisager pour le transport d'un fût dans un endroit aéré : des quantités considérables (plusieurs milliers de tonnes) de chloropicrine ont été transportées d'Amérique en France dans des fûts métalliques et aucun incident de voyage ne fut signalé. Les vapeurs de ce corps furent étudiées ces dernières années plus spécialement au point de vue toxicité vis-à-vis des animaux nuisibles. Des traitements ont pu être effectués avec la chloropicrine contre les Sauterelles (Criquet marocain, Crau, 1919 et 1920) et contre les Campagnols (Régions libérées, 1919). J. Feytaud recommande cet insecticide contre les Termites. Ce naturaliste a pu désinfecter les solives du rez-de-chaussée d'une villa envahie par le *Termes lucifugus*, en laissant agir pendant 16 heures la chloropicrine à raison de 15 grammes par m³. A la dose de 10 grammes par m³ d'espace, les vapeurs de chloropicrine tuent les punaises au bout de 4 heures. Il est nécessaire de faire un deuxième traitement, une quinzaine de jours après, afin de tuer les jeunes insectes qui ont pu éclore d'œufs ayant résisté aux vapeurs toxiques (G. Bertrand).

L'intérêt agricole de la chloropicrine réside actuellement dans son emploi pour désinfecter les grains, d'après l'un ou l'autre des procédés suivants : coucher les sacs contenant les grains avariés sur le sol d'un local clos et verser sur chacun 20 à 25 grammes de liquide toxique. Laisser les vapeurs agir pendant vingt-quatre heures (les essais ont été faits à une température de 10 à 12°). Ou encore : que les grains soient en vrac ou en sac, faire agir toujours en local clos, 20 cm³ de chloropicrine par mètre cube d'espace, occupé ou non par le grain, et cela pendant une semaine (essais de 15 à 20°). (G. Bertrand, Bruttini, etc.)

Des recherches sont en cours à la Station entomologique de Paris sur l'action comparée de la chloropicrine sur les végétaux et sur les parasites qu'ils hébergent (Schindler, Trouvelot).

Enfin E. Miège étudie le pouvoir de ce même produit toxique sur la faculté germinative de certaines graines.

Les résultats qui furent obtenus par nous dans le traitement des graines de coton furent très satisfaisants, tant au point de vue de la désinfection qu'à celui de la conservation du pouvoir germinatif : il fut ainsi déterminé qu'en espace clos, une dose de 30 gr. de chloropicrine par mètre cube était suffisante pour détruire en vingt-quatre heures tous les parasites animaux, le « Ver rose » en particulier, bien qu'il soit protégé par les parois des graines. De plus, tandis que dans les lots de graines non traitées, la germination était par exemple de 89 %, celle des graines traitées était de 86 % (1). Cette différence est trop peu sensible pour retenir l'attention, vu les nombreux avantages que possède la chloropicrine à l'égard des produits donnant une sécurité identique. Aussi ces résultats ont été le point de départ d'une désinfection de plusieurs centaines de kilos de graines de coton, venant des Etats-Unis et d'Egypte et destinées à être ensemencées en Afrique Occidentale.

P. Vayssière.

NOUVELLES

Académie de Médecine. — L'Académie est autorisée à accepter la donation de 5.000 francs de Mme Hélène Porgès.

Office national météorologique. — Un concours pour l'emploi de météorologiste principal, s'ouvrira le 14 septembre prochain, pour cinq places (8.000 à 13.000 fr.). On s'inscrit, 176, rue de l'Université, par demande adressée au directeur.

Conservatoire des Arts et Métiers. — M. Blanchon est nommé Conservateur-adjoint des collections.

— Nous rappelons que l'enseignement des cours publics du soir est sanctionné par des diplômes.

— Le projet formé, depuis longtemps déjà, d'un Office de documentation scientifique et industrielle

(1) Les détails sur les essais résumés ici paraîtront dans un très prochain numéro de « *l'Agronomie coloniale* ».

serait en voie de réalisation, avec les concours des Professeurs.

Service de santé des troupes coloniales. — Le 20 novembre s'ouvrira à Marseille un concours pour l'admission de 15 emplois de médecins aides-majors et de 6 emplois de pharmaciens aides-majors. Une majoration de 100 points est accordée aux internes, licenciés, pharmaciens supérieurs. D'autres majorations sont accordées pour les certificats, lauréats, services et blessures de guerre (*J. Off.*, 4 août).

Chimistes des Poudres. — Un concours pour 10 places de chimistes militaires, aura lieu le 20 novembre. Sont admis les licenciés, avec certificat de Chimie générale, les anciens élèves de Polytechnique, Centrale, Arts et Métiers, Ecoles et Instituts de Chimie, Institut industriel de Lille, Institut technique de Caen. Les candidats devront pouvoir compter 30 ans de services militaires à 58 ans. Les candidatures sont présentées à M. Marqueyrol, Inspecteur général.

Institut italien de Biologie marine. — Le Gouvernement italien a confié au *R. Comitato Talassografico Italiano* les Laboratoires pour l'étude de la mer, dans le Venezia Giulia, parmi lesquels la Station Zoologique de Trieste, jadis propriété de l'Etat autrichien, et celle de Rovigno, jadis confiée à la « Kaiser Wilhelm Gesellschaft für Förderung der Wissenschaft ».

Tout ce qui concerne l'étude biologique de la mer Adriatique a été concentré à Rovigno, sous la direction du professeur Raffaele Issel.

Pour renseignements s'adresser à : l'*Instituto di Biologica marina per l'Adriatico del R. Comitato tallassografico italiano*, à Rovigno, Istria (Italie).

Institut international de Bibliographie. — La réunion annuelle doit avoir lieu les 1er et 2 septembre à Bruxelles. Les travaux se poursuivront en deux sections : 1° Section scientifique ; 2° Section de l'organisation.

L'Institut international participe à l'organisation de la session de l'Université Internationale en y faisant présenter un cycle de Conférences sur les questions fondamentales du Livre et de la Documentation.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Bénard, Professeur de physique générale à la Faculté des Sciences de Bordeaux, est nommé, à dater du 1er novembre, maître de Conférences (P.C.N.), emploi nouveau.

— M. Holweck, préparateur est nommé chef des travaux de chimie physique et radioactivité, en remplacement de M. Debierne, appelé à d'autres fonctions.

— M. Paul Nenot, architecte de la Sorbonne, est promu grand officier de la Légion d'honneur.

— M. Lugol, professeur de physique au lycée St-Louis, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Faculté de Médecine. — MM. les Professeurs Letulle et Marfan, sont promus commandeurs de la Légion d'honneur.

Ecole nationale des Mines. — Un décret (*J. Off.*, 9 avril) réglemente l'acceptation des dons et legs.

— Rappelons que les riches collections sont ouvertes gratuitement au public, les mardis, jeudis et samedis de 14 h. 30 à 16 h. Le nombre des élèves titulaires sortant de l'Ecole polytechnique est de 18. Le major est M. Grenier.

Institut d'optique. — Pour la première fois, depuis la création récente de l'Institut d'optique, il a été décerné à la suite des examens de juillet :

4 Diplômes d'Ingénieurs opticiens ;

2 Certificats d'optique appliquée (valables pour la licence ès-sciences ;

3 Certificats spéciaux d'Etudes, de Calcul des combinaisons optiques.

Ecole supérieure d'électricité. — Le diplôme d'ingénieur de l'Ecole, a été accordé à 229 élèves sortants.

— M. Frédéric Laporte, sous-directeur du Laboratoire central d'électricité, dont on connaît les nombreux travaux sur les étalons électriques, vient de mourir. Il était sorti de l'Ecole Polytechnique (promotion de 1888). En 1920, l'Académie des Sciences lui avait décerné le prix Hughes.

Ecole nationale des eaux et forêts. — Sont nommés élèves à l'Ecole de Nancy, 14 élèves diplômés de l'Institut agronomique classés par ordre de mérite. Le major est M. Saur.

Ecole du génie maritime. — Un concours pour 12 places d'élèves libres aura lieu le 20 septembre. Le concours pour 16 places d'élèves du cours préparatoire s'ouvrira le 2 octobre à l'Ecole, 3, avenue Octave-Gérard, Paris.

Institut national agronomique. — Le diplôme d'ingénieur agronome a été obtenu par 96 élèves sortants. Le major est M. Saur.

Ecoles nationales d'agricultures. — Les élèves admis sont ainsi répartis : 58 à Grignon, 54 à Montpellier, 49 à Rennes.

Ecole des industries agricoles de Douai. — Le diplôme de sortie a été obtenu pour 16 élèves sortants. Le major est M. Wiehe.

Ecole des travaux publics. — Les diplômes d'ingénieurs des élèves sortants se répartiront ainsi : Travaux publics 66, électriciens 34, architectes 8.

Université de Bordeaux. — M. Manville, préparateur, est chargé d'un cours de Cristallographie et optique appliquée. Sont chargés de cours complémentaires : MM. Arrivaut (Chimie analytique), Manville (Cristallographie et optique appliquée), Labrousse (Minéralogie descriptive), Cousin et Delassus (Mathématique).

Université de Toulouse. — M. Kollmann, préparateur d'histologie à la Faculté des Sciences, est chargé des fonctions de maître de conférences de Zoologie.

Université de Rennes. — M. Le Rolland, est nommé maître de conférences de physique.

Université d'Aix-Marseille. — M. Vayssière, professeur, directeur du Muséum d'histoire naturelle, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Université de Lille. — Deux conférences préparatoires à l'agrégation (physique et chimie) sont créées.

Université d'Edimbourg. — On sait que depuis deux ans, cinquante étudiants d'Edimbourg viennent à Paris pour y suivre un enseignement spécial d'obstétrique à la Faculté de Médecine. Pour remercier la Faculté, l'Université écossaise avait invité à sa fête annuelle, M. le Doyen Roger, MM. les professeurs Bars, Brindeau et Couvelaire et quatre étudiants faisant partie de l'Association.

Dans la séance solennelle, M. le Doyen Roger a reçu le titre de docteur *honoris causa*. H. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Juillet 1922

ASTRONOMIE. — *Jules Baillaud* (prés. par M. B. Baillaud). **Quelques données sur la constitution de l'amas galactique déduites de l'étude de la zone de Paris du Catalogue photographique.**

Si l'on ne faisait état que des dénombrements des clichés du Catalogue astrophotographique de Paris, les coordonnées du pôle galactique seraient 13 h. 22 m.+ 27°2, le centre de l'amas stellaire aurait une latitude galactique de — 3°, il aurait une ascension droite comprise entre 1 h. et 13 h. ; les étoiles du Catalogue, dans la direction du plan galactique seraient comprises dans une région de noyau de l'amas stellaire où la distribution des étoiles en densité et en luminosité serait homogène. La condensation galactique serait notablement plus grande que ne l'indique M. Van Rijn.

PHYSIQUE. — *E. M. Lemeray* (prés. par M. L. Lecornu). **La structure de l'Univers et la relativité générale.**

On peut considérer la Voie lactée et l'univers entier, soit comme un amas de forme lenticulaire, soit comme un univers sphérique. Cette dernière hypothèse paraît présenter un avantage : il faut un paramètre de moins pour définir la structure générale ; car si l'univers est approximativement un ellipsoïde de révolution aplati, il faut donner le rayon équatorial et l'axe de révolution ; ici le rayon de la sphère extérieure suffit. Pour définir la région des nébuleuses, il faut au moins un paramètre dans chacune des deux hypothèses. D'autre part l'existence d'un univers aplati paraît se lier à une rotation d'ensemble et nous retrouvons l'énigme d'une rotation absolue. Avec un univers sphérique, cette difficulté disparaît.

— *R. de Mallemann* (prés. par M. Brillouin). **Biréfringence moléculaire et activité optique.**

La théorie dont le principe a été indiqué dans une note précédente conduit à l'expression du pouvoir rotatoire ρ en fonction des coefficients d'activité optique g_1, g_2, g_3. Les nouvelles recherches poursuivies par l'auteur l'amènent à conclure qu'on pourrait obtenir des indications sur la nature du pouvoir rotatoire *vrai* de la molécule.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Jean G. Popesco* (transm. par M. E. Bouty). **Sur la relation entre les phénomènes photo-électriques et la tension superficielle du mercure.**

Frenkel a défini la tension superficielle comme étant égale à l'énergie disponible par unité de surface de la double couche électrique existant à la surface de la double couche électronique existant à la surface de tout conducteur isolé dans le vide. Toute variation de cette énergie doit entraîner une variation de la tension superficielle. Les phénomènes photo-électriques offrent la possibilité de faire varier l'énergie disponible à la surface d'un corps et de vérifier s'il y a une relation réelle entre l'émission d'électrons et la tension superficielle. L'auteur a employé un dispositif qui lui a permis de démontrer qu'il existe une relation entre le phénomène photo-électrique et la tension superficielle.

RADIOACTIVITÉ. — *Yovanovitch* et *Mlle Chamié* (prés. par M. Urbain). **Préparation du sel étalon radifère.**

Le dispositif imaginé par les auteurs leur a permis la préparation d'un sel radifère dont l'homogénéité en teneur de radium est assurée à 0,5 pour 100, mais le procédé demande encore des perfectionnements.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Emile Picard.* **Sur la session du Conseil international de Recherches tenue à Bruxelles en juillet 1922.**

La plupart des pays adhérents au Conseil international des recherches étaient représentés. Un des objets de la réunion était la formation de nouvelles Unions internationales. Les Unions suivantes ont été créées définitivement : Physique pure et appliquée, Sciences biologiques, Sciences médicales et géographie ; les statuts provisoires d'une Union géologique ont été posés Ils seront discutés dans le prochain Congrès de Géologie qui va se tenir à Bruxelles. Actuellement, vingt-trois pays ont adhéré au Conseil international.

L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Toporescu* (transm. par M. H. Le Chatelier). **Sur la préparation du bi-carbonate de sodium.**

L'auteur complète les résultats relatifs à l'étude des conditions d'équilibre des quatre sels qui interviennent dans la préparation de la soude Solvay (*C. R. Acad.*, t. 174, p. 870), aux températures de 35° et de 50°. La représentation géométrique, avec le diagramme carré de M. Le Chatelier (*C. R. Acad.*, t. 172, p. 345) permet de calculer le rendement théorique. Les rendements théoriques maxima pour des mélanges initiaux de Cl Na et de CO^3 H NH^4 correspondent à 35° et à 80° à 0.84 et 0.87 de CO^3 H Na.

— *Mlle G. Marchal* (transm. par M. H Le Chatelier). **Sur la dissociation du sulfate de glucinium.**

L'équilibre a été étudié entre 590° et 830°, et à ces températures, on a GlO, SO^3 SO^2 et O^2. A 830, la pression partielle de SO^3 est de 35 cm. 9, pression calculée correspondant à une pression totale de 212 cm. 6. De ces pressions de SO^3, on déduit la chaleur de réaction. Pour 730°, on trouve — 53 cal. 5, alors que la formule empirique donne — 60 cal. à 15°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. François* et *L. G. Blanc* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur une méthode de préparation des iodobismuthates d'alcaloïdes à l'état cristallisé.**

Comme pour les iodomercurates, les auteurs opèrent avec une solution chaude d'iodobismuthate de potassium sur la solution chaude du sel d'alcaloïde, acidulée par HCl. On a pu préparer les iodobismuthates d'une douzaine d'alcaloïdes de la formule générale $(BiI^3)^m$ (Alc. HI)^n. Ces cristaux permettent la caractérisation microchimique.

— *H. Gault et T. Salomon* (transm. par M. Haller). **Sur les éthers alcoyl-méthyl-pyridazino carboniques.**

L'action de l'hydrate d'hydrazine sur l'éther acétonylmalonique conduit suivant les conditions, pour divers composés, en particulier l'éther 3 — méthyl — 6 —pyridazinone — 5 —carbonique dont le dérivé sodé, condensé avec les iodures alcooliques, donne les éthers — 5 — alcoyl — 3 — méthyl — 6 —pyridazinone — 5 — carboniques. Par saponification, on a les acides.

— *G. Vavon et A. Husson* (transm. par M. Haller). **Sur la catalyse par le noir de platine.**

L'un des auteurs avait montré qu'on pouvait donner au platine une activité hydrogénante pour un corps à l'exclusion des autres (*Soc. Chim.*, 1914). Des expériences systématiques de modification d'activité par un *poison*, comme CS^2 par exemple, à doses croissantes avec des mesures de temps et sur des corps différents, montrent nettement que la limite d'intoxication varie avec la nature des corps à hydrogéner. Alors

que $0^{mg}4$ de CS^2 paralyse l'action hydrogénante sur l'acétophénone, cette dose est insuffisante pour le cyclohexène. Ces expériences conduisent les auteurs à des vues nouvelles sur le mécanisme de la catalyse.

— *Kennetti C. Bailey* (transm. par M. P. Sabatier). **Sur la synthèse directe de l'urée à partir du gaz carbonique et de l'ammoniaque.**

Dans un tube de quartz, traversé par un tube de verre parcouru par un courant d'eau froide, on fait passer CO^2 et NH^3. Si on chauffe à partir de 500°, ou même au-dessous en présence de thorine, on a, avec ce tube chaud et froid, formation d'urée qui se condense sur le tube froid avec un peu de cyanate d'ammonium. On sait que Werner suppose une réaction primaire d'équilibre.

$$CO^2 + NH^3 = H^2O + \left(HO\,CN \rightleftarrows HN\,CO\right)$$

Cet équilibre conduit au cyanate ou à l'urée par combinaison avec NH^3

$$HN\,CO + NH^3 = HN - C\begin{cases} NH^3 \\ | \\ O \end{cases}$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *G. André* (prés. par M. Maquenne). **Sur la filtration des sucs végétaux.**

Pour savoir si dans les sucs végétaux, les éléments sont à l'état soluble ou colloïdal, l'auteur a soumis ces sucs obtenus par centrifugation à une filtration à travers une membrane de collodion. De ces expériences, il ressort que le passage du suc à travers cette membrane appauvrit notablement ce liquide en azote et en phosphore en arrêtant les molécules les plus grosses.

A. Rigaut.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Maquenne* et *E. Demoussy*. **Influence du calcium sur l'utilisation des réserves pendant la germination des grains.**

La chaux est à peu près sans influence sur la solubilisation des réserves contenues dans la semence. Elle doit agir surtout sur la phase synthétique de la germination, comme adjuvant des diastases de condensation encore inconnues, sans préjudice, bien entendu, des changements de perméabilité, qui peuvent en être la conséquence.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Chodat* et *E. Rouge*. **Sur la localisation intracellulaire d'une oxydase et la localisation en général.**

Des coupes de pousses étiolées de pomme de terre sont mises dans une solution de glucose à 8 % puis, après 5 minutes, transportées dans une solution neutre de pyrogallol, fraîchement préparée, à 0,8—1 %. Par la formation de purpurogalline, les plastides deviennent jaune d'or. Le jaunissement et finalement le dépôt de purpurogalline, dans les plastides, est si vif que cette méthode peut non seulement servir à montrer la localisation du ferment oxydant mais l'existence d'un plastide sur chaque jeune grain d'amidon. Des résultats semblables ont été obtenus en particulier avec *Leucanthemum vulgare*, *Helianthus tuberosus* et *Stachys tuberifera*.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *P. Fallot* (transm. par M. Ch. Depéret). **Le Pliocène marin sur les côtes méditerranéennes d'Espagne.**

Les dépôts paléontologiquement définis du Pliocène des régions étudiées se rapportent tous au *Pliocène ancien* classique. Les *altitudes* maxima atteintes par les rivages de la mer pliocène, ordinairement comprises entre 250 m. et 350 m. (bassins de Mazarron et de Vera), paraissent s'élever vers l'intérieur et atteignent 495 m. à Purias, près Lorca.

Nulle part les dépôts marins du Pliocène inférieur de la côte mentionnés dans cette Note ne sont plissés. Ils se répartissent simplement en golfes ou en bassins qui s'harmonisent avec la topographie actuelle. On y observe, par contre, des *failles* sans doute en relations avec les centres *éruptifs* alignés le long de la côte entre le cap de Gata et Carthagène, centres éruptifs dont l'activité paraît avoir commencé au Miocène et qui ont certainement continué à fonctionner pendant et même après le Pliocène ancien.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (transm. par M. G. Bonnier). **Remarques sur la formation des chloroplastes dans le bourgeon d'*Elodea canadensis*.**

L'auteur a décrit antérieurement, dans le bourgeon d'*Elodea canadensis*, la formation des chloroplastes à partir de chondriocontes, mais il ne lui avait pas été possible de distinguer dans le méristème les deux catégories de chondriosomes. Il est parvenu, cette fois, à distinguer dans les cellules du méristème les deux lignées de chondriosomes et à suivre leur évolution pendant tout le développement. Il a pu constater que seuls les chondriocontes se différencient en chloroplastes.

PHYSIOLOGIE. — *Gabriel Bertrand* et *B. Benzon* (prés. par M. Roux). **Sur l'importance du zinc dans l'alimentation des animaux. Expériences sur la souris.**

Les expériences ont consisté à comparer deux lots de souris d'une même portée, nourries comparativement avec des aliments débarrassés de zinc, et avec les mêmes aliments additionnés d'une quantité connue et très petite de ce métal.

Dans chaque série, les animaux qui ont trouvé du zinc dans leur alimentation ont vécu plus longtemps que ceux qui n'en ont pas trouvé. L'importance du métal a été telle qu'un dixième et demi à trois dixièmes de milligramme, ingérés pendant la durée totale de l'expérience, ont suffi à prolonger cette durée de 25 à 50 pour 100.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *H. Vallée* et *H. Carré* (prés. par M. Roux). **Sur la contagiosité de la fièvre aphteuse.**

La transmission de la fièvre aphteuse s'opère particulièrement bien aux tout premiers stades de l'infection. Les auteurs ont relevé, comme M. Lebailly, la disparition hâtive de la virulence dans la salive des animaux infectés et l'épuration rapide des étables et fumiers contaminés, sans le secours de la désinfection. C'est impunément même que l'on peut faire vivre, en contact permanent, en un local non nettoyé et non désinfecté, un sujet sensible et un malade porteur d'aphtes de la bouche au quatrième jour de leur évolution.

MM. Vallée et Carré estiment que, si les constatations de M. Lebailly et les leurs plaident en faveur de toutes mesures propres à prévenir la propagation de la fièvre aphteuse par le malade à la toute première période du danger (séquestration des effectifs, quarantaine, etc.), il ne convient point de modifier ces dispositions universellement admises, des législations sanitaires qui, à l'exemple de la leur, ne rendent à la libre pratique les animaux affectés de fièvre aphteuse que quinze jours après leur guérison.

MÉDECINE. — *Georges Bourguignon* (transm. par M. d'Arsonval). **Double chronaxie et double point moteur dans certains muscles de l'homme.**

Tous les extenseurs à l'avant-bras sauf les radicaux, et le jambier antérieur à la jambe, ont deux points

moteurs, avec deux chronaxies et deux contractions de rapidité différente.

La chronaxie la plus petite corespond à la contraction la plus rapide. La double chronaxie paraît répondre à une double fonction.

La loi de l'égalité de la chronaxie des muscles synergiques reste vraie, en l'appliquant aux fibres musculaires et non au muscle en totalité, lorsqu'il s'agit des muscles qui ont deux chronaxies. P. GUÉRIN.

Séance du 7 août 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Abramesco* (présent. par M. Appell). **Sur les développements en série à deux variables complexes suivant les inverses de polynomes donnés.**

ASTRONOMIE. — *B. Baillaud.* **Sur un nouvel instrument des passages récemment installé à l'Observation de Paris.**

L'Académie, sur la demande de M. Baillaud avait accordé à l'Observatoire, sur le fonds Loutreuil, une subvention qui a été employée à l'établissement d'un instrument des passages au méridien, construit en vue de ne laisser subsister aucune cause d'erreurs systématiques. Cet instrument construit par M. Edouard Bouty a permis d'effectuer des recherches tendant à améliorer la connaissance de l'Heure. Les observations ont été faites par MM. Simonin et Lambert, et principalement par Mme Chaudon. M. Baillaud a groupé dans un tableau les résultats qui laissent prévoir que l'on peut compter sur de très satisfaisantes déterminations de la correction de la pendule fondamentale.

RADIOACTIVITÉ. — *D. Yovanovitch* (prés. par M. Urbain). **Sur les propriétés chimiques du mésothorium 2.**

Le poids atomique du mésothorium 2 est 228,12. Ce corps isotope avec l'actinium se rapproche, par ses propriétés chimiques, des terres rares. Il accompagne chez La et Pr les premières fractions et chez Nd et Sm, les dernières ; d'où il résulte que ses propriétés chimiques sont le plus rapprochées de celles du lanthane. En faisant un fractionnement régulier des doubles nitrates de terres rares et d'ammoniaque, en présence du mésothorium, l'auteur a toujours constaté une accumulation de mésothorium 2 du côté du lanthane. et une diminution de teneur du côté du Sm.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* **Sur la composition chimique de l'aérinite.**

L'aérinite est une substance bleue, compacte, parfois un peu fibreuse mais non homogène. L'analyse a conduit l'auteur a établir la formule empirique approximative.

$$6\ SiO^2,_2\ (Al, Fe)^2\ O^3\ (Fe, Mg)\ O,\ 1.5\ CaO,_7H^2O + 3Aq.$$

Le fer ferrique et l'alumine sont à peu près dans les rapports de 1,5. Il en est de même du fer ferreux et de la magnésie. Ces rapports moléculaires conduisent à une formule de constitution compliquée que M. Orcel se propose de rechercher. Il semble que ce minéral puisse être envisagé comme un type nouveau de leptochlorite. L'analyse spectrale a révélé que le Strontium et le Vanadium, qui existent à l'état de traces, appartiennent bien à l'aérinite. Quant à la couleur bleue de cette substance, elle paraît être une conséquence immédiate de la structure de la molécule.

MINÉRALOGIE. — *J. Barthoux.* **Minéraux de la région d'Oudjda (Maroc).**

Une mine de Galène ouverte dans les calcaires dolomitiques du Gebel Mahser, 25 km au Sud d'Oudja, a donné comme minéraux accessoires : vanadinite (en beaux cristaux), pyromorphite, cérusite, dolomite, calcite et aragonite.

Ces minéraux ne sont pas associés d'une manière quelconque, ainsi la vanadinite ne se rencontre jamais sur la galène ; on distingue les associations suivantes: *a*) galène, cérusite — *b*) vanadinite — *c*) wulfénite, pyromorphite, aragonite. L'ordre de cristallisation est le suivant : galène, dolomite, cérusite, dolomite, wulfénite, calcite, aragonite. L. FRANCHET.

MICROBIOLOGIE. — *S. Winogradsky.* **Sur la prétendue transformation du ferment nitrique en espèce saprophyte.**

Cette Note est une réponse à un travail de M. Beijerinck annonçant l'apparition d'une espèce ou forme nouvelle du ferment nitrique, dépourvue de pouvoir oxydant, et ayant passé à l'état de saprophyte banal. L'auteur montre que cette modification n'est pas justifiée, que la nitratation est une fonction stable et qu'elle n'est pas abolie par la présence de la matière organique. Ce ne sont que des doses élevées, dit-il, dépassant, par exemple 1 pour 100 de peptone, qui paralysent le ferment ; mais elles ne le tuent pas, ni ne le tranforment non plus. Il reste ce qu'il était, et transporté dans un milieu approprié, il y reprend son activité.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Aimé Azam* (prés. par M. Emile Haug). **Sur la constitution et l'origine des limons de la plaine de Caen appelés rougeaut et fauvet.**

Le fauvet a été formé par l'altération sur place de l'argile callovienne qui recouvrait autrefois la région, un remaniement ultérieur ayant déposé des éléments appartenant à d'autres étages, en particulier au Cénomanien.

Le rougeaut résulterait du remaniement du fauvet avec un apport d'éléments arrachés à un massif cristallin (quartz de filon, quartzites, feldspaths). La forte teneur de cette assise en carbonate de chaux (38,5 %) s'explique par la présence de fossiles remaniés du Bathonien supérieur et par les nombreux débris de Crinoïdes, de Foraminifères, de Brachiopodes et de Mollusques tertiaires. Tous ces dépôts remontent au début du Pléistocène moyen.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Voicu* (prés. par M. Roux). **Influence de l'humus sur la sensibilité de l'*Azotobacter Chroococcum* vis-à-vis du bore.**

Sur le milieu sans humus, où l'assimilation de l'azote est minime, l'effet du bore est insignifiant. Au contraire, sur le milieu qui contient de l'humus même en très petite quantité et où, par ce fait, la fixation de l'azote se trouve augmentée, l'action toxique du bore se manifeste bientôt et s'accentue ensuite très nettement.

Il suffit de 4 mg d'humus pour que l'on constate, avec la dose de 5 mg de bore, une diminution de 50 pour 100 d'azote fixé.

CRYPTOGAMIE. — *René Maire* et *E. Chemin* (prés. par M L. Mangin). **Un nouveau Pyrénomycète marin.**

Il s'agit d'un parasite sur les frondes de *Dilsea adulis* Stackh., pour lequel les auteurs proposent le nom générique de *Mycaureola*, qui rappelle les séries concentriques diversement colorées. La diagnose serait la suivante : *Mycaureola Dilseæ* nov. gen., nov. sp. ; périthèces isolés, saillants, hémisphériques, blanchâtres de 500 μ en moyenne de diamètre ; asques cylindriques de 3 μ de diamètre entremêlées de paraphyses ; ascopores unicellulaires, sphériques de 3 μ de diamètre, hyalines, membrane incolore sans appendices.

MORPHOLOGIE. — *F. Granel* (transm. par M Henneguy). **Structure et développement de la pseudobranchie des Téléostéens.**

Les lamelles pseudobranchiales adultes sont consti-

tuées : 1° par une lamelle vasculaire à pilastres ; 2° par un épithélium formé d'une seule couche de cellules acidophiles dont l'épaisseur varie peut-être suivant les états fonctionnels, de 16 à 30 . Cette couche est absolument propre aux pseudobranchies dans lesquelles on la trouve toujours, mais elle n'existe pas et n'a pas d'équivalent dans la branchie. Elle diffère d'ailleurs beaucoup par son épaisseur et par sa coloration de la couche ectodermique des lamelles branchiales, mais ces différences paraissent avoir échappé aux auteurs qui ont toujours comparé les deux sortes de lamelles.

PHYSIOLOGIE. — *Paul Portier* et *Marcel Duval* (prés. par M. L. Joubin). **Variation de la pression osmotique du sang de l'Anguille en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur.**

La pression osmotique du sérum de l'Anguille vivant dans l'eau douce normale est sensiblement plus élevée que celle de la Carpe, Téléostéen non adapté au changement de salinité.

L'allure générale de la courbe représentative de la variation de pression osmotique diffère beaucoup de celle obtenue avec la Carpe.

Dès qu'on dépasse la pression osmotique de l'eau de mer, la courbe se relève, et rapidement apparaissent des troubles graves qui conduisent l'animal à la mort.

Dans le cas où la pression osmotique trop élevée du milieu extérieur exerce une influence néfaste sur le poisson, on constate une altération des globules rouges qui prennent une apparence fusiforme, triangulaire, etc.

BACTÉRIOLOGIE. — *Mlle T. Duboc* (prés. par M. Roux). **Action du tribromoxylénol sur les bacilles tuberculeux.**

L'action du tribromoxylénol sur les bacilles tuberculeux se manifeste de la façon suivante : disparition de l'acido-résistance, des formes bacillaires, puis dissolution complète. Son action est moins rapide sur les bacilles aviaires que sur les bacilles humains et bovins du même âge.

HYGIÈNE. — *A. Trillat* (prés. par M. Roux). **Influence de l'humidité et de l'état vésiculaire sur la diffusion des gouttelettes microbiennes dans l'air.**

Toutes les expériences relatées dans cette Note montrent que dans certaines conditions atmosphériques, les gouttelettes microbiennes produites par une intervention mécanique (pulvérisation, toux, parole, etc.) peuvent être transportées à une distance bien plus grande que celle qui leur avait été assignée par certains auteurs auxquels le rôle de l'humidité, et celui de son état vésiculaire, avait échappé. Elles expliquent une fois de plus l'influence des facteurs météorologiques dans l'épidémiologie et le parti que l'on pourrait tirer de leur interprétation dans le domaine de l'hygiène.

P. Guérin.

Séance du 16 août 1922

MÉCANIQUE. — *Kyrille Popoff* (transm. par M. Hadamar). **Sur l'intégration des équations de la Balistique dans des conditions générales de la résistance.**

HYDRAULIQUE. — *De Sparre.* **Au sujet des dépressions résultant d'une rupture dans une conduite forcée.**

RADIOACTIVITÉ. — *Pierre Auger* et *Francis Perrin* (prés. par M. G. Urbain). **Sur les chocs entre particules x et noyaux atomiques.**

Les auteurs se basant sur les expériences de C.-T.-R. Wilson sur la visibilité des trajectoires individuelles des particules, ont utilisé les mêmes moyens d'investigation dans leurs recherches sur des gaz très différents. Ils ont, en général, fait usage de deux appareils photographiques à angle droit afin d'obtenir des formes exactes. Dans un gaz formé d'atomes lourds à charge nucléaire élevée, les éperons doivent être très petits et les déviations fréquentes : les clichés ont confirmé ces prévisions (rayons α dans l'argon). Quand la particule heurte un noyau léger dans un gaz peu dense, l'éperon doit être important. Les clichés ont montré, en effet, dans l'hydrogène, des éperons de longueur mesurables (rayons α de l'hydrogène).

L. Francher.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Newton Kugelmass.* **Un nouvel appareil : le Néphélectromètre.**

Cet appareil permet de suivre quantitativement les changements dans le degré d'agrégation d'un système colloïdal, en déterminant les variations du degré de transparence de ce système. Le néphélectromètre se compose de trois parties principales : une lampe électrique, une cuve et une cellule photo ou thermoélectrique réunies de façon à former un bloc qu'on introduit dans une étuve à température constante.

— *A. Marcelin.* **Mesure de la pression des « fluides superficiels ». Étude détaillée de l'acide oléique.**

L'auteur a construit un manomètre superficiel très sensible permettant d'effectuer des mesures avec la rapidité que nécessite la transformation des molécules du fluide sous l'action des impuretés de l'air ou de l'eau. Les nouvelles expériences ont confirmé l'existence d'une pression de saturation superficielle, et montré la continuité entre les états successifs du fluide superficiel depuis la saturation jusqu'à l'extrême dilitation.

A. Rigaut.

MORPHOLOGIE. — *F. Granel* (transm. par M. Honnegay). **Signification morphologique de la pseudobranchie des Téléostéens.**

Il est probable que la pseudobranchie joue un rôle dans la destruction des globules rouges affaiblis, et peut-être ses cellules acédophiles sont-elles un réservoir qui accumule l'hémoglobine pour la distribuer au fur et à mesure des besoins.

Partis d'une même ébauche que les feuillets respiratoires, les feuillets pseudobranchiaux se spécialisent très tôt par l'évolution de leurs lamelles vasculaires, aboutissant à la formation d'un épithélium acidophile qui leur est propre, et parce qu'elles perdent toute relation obligatoire avec l'épithélium branchial, contrairement aux lamelles respiratoires. P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Traité de Dynamique, par Jean d'Alembert. 2 vol. in-18 de XI-102 et 187 pages. (*Les Maîtres de la Pensée Scientifique*, collection publiée par les soins de Maurice Solovine). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Le texte, aujourd'hui réédité par les soins de M. Solovine, est celui de la seconde édition, publiée en 1758, quinze ans après la première. Le titre en est : « *Traité de Dynamique, dans lequel les lois de l'équilibre et du mouvement des corps sont réduites au plus petit nombre possible, et démontrées d'une manière nouvelle, et où l'on donne un principe général pour trouver le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque.* » Le principe auquel il est fait allusion est aujourd'hui univer-

sellement connu, et pour en apprécier la portée, il suffit de rappeler qu'il devait ouvrir la voie aux immortels travaux de Lagrange.

Cette édition de 1758 avait été soigneusement revue et considérablement augmentée par d'Alembert. On trouvera, dans le « *Discours préliminaire* » une mise au point magistrale de la question, alors fameuse, des forces vives, et en outre l'examen d'une question proposée par l'Académie de Berlin : *si les lois de la Statique et de la Mécanique sont de vérité nécessaire ou contingente?* L'auteur conclut en faveur de la première alternative : « Les lois de l'équilibre et du mouvement, telles que l'observation nous les fait connaître, sont, dit-il, de vérité nécessaire ; un Métaphysicien se contenterait peut-être de le prouver, en disant qu'il était de la sagesse du Créateur et de la simplicité de ses vues de ne point établir d'autres lois de l'équilibre et du mouvement, que celles qui résultent de l'existence même des corps et de leur impénétrabilité mutuelle ; mais nous avons cru devoir nous abstenir de cette façon de raisonner, parce qu'il nous a paru qu'elle porterait sur un principe trop vague. » Et un peu plus loin : « C'est pour avoir suivi cette route, pour avoir cru qu'il était de la sagesse du Créateur de conserver toujours la même quantité de mouvement dans l'univers, que Descartes s'est trompé dans les lois de la percussion. »

Ainsi donc, sans perdre de vue dans ses investigations l'intérêt philosophique offert par les problèmes, d'Alembert a su se soustraire aux séductions dangereuses de la Métaphysique. Il nous le dit lui-même d'une manière très explicite : « A l'égard des démonstrations des Principes, le plan que j'ai suivi pour leur donner toute la clarté et la simplicité dont elles m'ont paru susceptibles, a été de les déduire toujours de la considération seule du Mouvement, envisagé de la manière la plus simple et la plus claire. Tout ce que nous voyons bien distinctement dans le Mouvement d'un Corps, c'est qu'il parcourt un certain espace, et qu'il emploie un certain temps à le parcourir. C'est donc de cette seule idée qu'on doit tirer tous les Principes de la Mécanique, quand on veut les démontrer d'une manière nette et précise ; ainsi, on ne sera point surpris qu'en conséquence de cette réflexion, j'aie, pour ainsi dire, détourné la vue de dessus les *causes motrices*, pour n'envisager uniquement que le Mouvement qu'elles produisent ; que j'aie entièrement proscrit les forces inhérentes au Corps en Mouvement, êtres obscurs et métaphysiques, qui ne sont capables que de répandre les ténèbres sur une science claire par elle-même. »

Mieux que tout commentaire, ce passage fait voir la manière dont d'Alembert a conçu l'exposition de la Dynamique, qui est pour lui, nous dit-il, beaucoup plus la Science des effets que la Science des puissances ou causes motrices. Il y avait dans cette manière de voir une profonde originalité : on s'était surtout préoccupé jusqu'alors « d'augmenter l'édifice de la Mécanique, sans en éclairer l'entrée ».

D'Alembert a mené à bien ces deux fins et son œuvre demeure un monument impérissable.

G. BOULIGAND.

Formulaire des Centraux. Résumé par ordre alphabétique des Cours et Projets de l'Ecole Centrale, par M. J. BRAIVE, Ingénieur des Arts et Manufactures. 4e édition 1921. Dunod, éditeur, Paris. — Prix, reliure souple : 12 francs.

Cette nouvelle édition d'une publication bien connue rendra les plus grands services aux ingénieurs car elle résume, sous un format pratique et avec une classification très simple, l'ensemble des connaissances nécessaires pour une première élaboration des projets techniques.

L'ouvrage a été dans son ensemble mis à jour ; nous signalerons cependant deux omissions dont il sera très facile de tenir compte lors de la prochaine édition.

A l'article « coups de bélier » on n'a pas mentionné les travaux récents entrepris par de nombreux savants sur cette question très importante au point de vue de ses applications industrielles.

De même à l'article « Mesures » on n'a pas donné de résumé de la loi de 1919 et du décret du 26 juillet 1919, qui régissent actuellement cette question. A. A.

Report on series in line spectra, par A. FOWLER. In-18 de 180 pages. London, Fleetway Press Ltd, 1922. — Prix : 13 sh.

Voici un livre qui vient à son heure. Les progrès récents de la spectroscopie, et plus particulièrement les heureuses applications de la théorie de Bohr ont rendu tout à fait indispensable au physicien la possession d'un instrument de travail solide, précis et complet. L'état actuel de nos connaissances en matière de séries spectrales, les constantes numériques de toutes les séries connues, la représentation rationnelle de toutes les raies classées avec la notation de Paschen, voilà ce qu'on trouvera dans l'excellent Rapport que nous présentons ici au public français.

Le nom de M. Fowler, qui fait autorité dans la spectroscopie théorique et expérimentale, est le meilleur garant de la qualité de l'ouvrage. On connaît les beaux travaux de Fowler sur les spectres d'étincelles, et on aura plaisir à les retrouver ici sous une forme à la fois claire et condensée. Nous devons féliciter la Société de Physique de Londres d'avoir confié un travail aussi délicat à l'homme qui était le mieux en état d'en venir à bout.

Le livre est divisé en deux parties. La première est un exposé éminemment simple et clair de l'état actuel de la spectroscopie théorique. Après quelques indications expérimentales et historiques qui portent la marque d'une parfaite compétence, l'auteur aborde l'exposé et l'analyse des différents types de séries. Les séries dites « anormales » font l'objet d'un court mais très intéressant chapitre. Un hommage légitime est rendu aux travaux si originaux de Hicks. Mais c'est surtout dans ses rapports avec la structure atomique et la théorie de Bohr que la spectroscopie moderne attire l'attention générale. M. Fowler a su mettre en évidence tout l'intérêt de cette question avec une érudition de bon aloi et une parfaite impartialité. Toute cette partie de son livre est d'une lecture attachante et suggestive.

La seconde partie débute par des indications précieuses sur le calcul effectif des séries et par des tables numériques très importantes qui seront hautement appréciées des spécialistes. Ce sont les Tables de réduction de l'échelle de Rowland à l'échelle internationale, les Tables de réduction des longueurs d'onde au vide, et surtout les Tables tout à fait indispensables de Rydberg pour le calcul d'interpolation des séquences. Toutes ces Tables se présentent avec une clarté typographique remarquable.

Les données numériques proprement dites relatives aux spectres des éléments constituent le corps de la seconde partie. On trouvera réunis là, sous le volume

minimum et avec la netteté maximum, l'ensemble des résultats aujourd'hui bien acquis en spectroscopie théorique. Les spectres d'étincelles sont présentés à la suite des spectres d'arc comme spectres de l'ion positif. Tous les tableaux de nombres et les explications qui les accompagnent portent la marque d'un esprit hautement critique.

Nous ne pouvons que féliciter l'auteur du très bel effort qu'il a accompli et qui a été couronné d'un plein succès. Espérons qu'en France nous ne tarderons pas longtemps à avoir un Traité de Spectroscopie pouvant rendre au public les services signalés que la science anglaise doit à l'ouvrage de A. Fowler.

Léon Bloch.

Où en est la photographie, par Ernest Coustet. 1 vol. in-8° écu, de 283 pages, avec 74 figures. (Collection des mises au point). Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922. — Prix, cartonné : 13 francs.

Ce livre continue heureusement la série des ouvrages qui doivent former la « Collection des mises au point ». Ces monographies sont destinées à donner au public une idée nette de l'état actuel de chaque science et de ses possibilités prochaines, à meubler l'esprit, plutôt qu'à le documenter, de manière à concourir moins à l'instruction particulière des techniciens qu'à la culture générale des non-initiés.

S'inspirant de ces directives, M. Coustet s'est attaché à mettre le lecteur au courant de la photographie moderne, passant successivement en revue le matériel le plus récent : objectifs, chambres noires, obturateurs et outillage de laboratoire, les procédés négatifs et positifs, l'orthochromatisme, les diverses méthodes de développement, les désensibilisateurs qui permettent de manipuler au grand-jour les émulsions les plus sensibles, les tirages sur papier avec sels d'argent, les procédés pigmentaires ; la reproduction des couleurs, la photographie à la lumière artificielle, les impressions photomécaniques, la stéréoscopie, etc. Viennent ensuite les principales applications scientifiques : expertise photographique, photographie, photographie aérienne, microphotographie, photographie de l'invisible (infra-rouge, ultraviolet et rayons X), photographie astronomique, chronophotographie et cinématographie. Un dernier chapitre envisage les rapports de la photographie avec l'art, leur influence réciproque et les conséquences prochaines de l'essor de la photographie en couleurs.

Dans tout cet exposé, l'auteur a évité d'entrer dans le détail des manipulations, des tours de main ; il n'a donné qu'un très petit nombre de formules, renvoyant pour ces indications d'ordre technique à son *Traité général de photographie en noir et en couleurs* (1) dont nous avons annoncé les éditions successives. Le nouvel ouvrage ne fait donc nullement double emploi avec le précédent, auquel le lecteur est prié de se reporter pour les détails opératoires, et les deux livres se complètent mutuellement. S. R.

Etudes sur les Infusoires d'eau douce, par E. Penard. In-4° de 331 pages, 301 figures. Georg et Cie, éditeurs, Genève, 1922.

Le savant spécialiste suisse a consigné, dans cet important volume, les résultats de ses recherches sur les Infusoires des environs de Genève. Il décrit 264 espèces, dont 150 sont nouvelles. Quand on sait le nombre de travaux consacrés aux Infusoires, on ne peut ne pas être surpris de constater que, parmi les quelques trois cents Infusoires récoltés au hasard, plus de moitié appartiennent à des espèces jamais décrites. « On trouve dans ces petits êtres, dit M. Pénard, une richesse étonnante quand on veut bien la chercher ». Sans doute, mais n'y a-t-il pas quelque inconvénient à multiplier ainsi le nombre des espèces ? Les caractères distinctifs paraissent quelquefois peu accusés, la diagnose établie sur l'examen d'un nombre trop restreint d'individus. M. Pénard est persuadé qu'il s'agit de « bonnes espèces », et, vu sa compétence dans toutes ces questions, il ne le dit sans doute pas sans des raisons valables. Il suit d'ailleurs en cela une tendance assez générale parmi les morphologistes descripteurs, celle d'allonger la liste d'espèces nouvelles, comme si c'était une tâche ingrate de chercher plutôt à resserrer les cadres, à établir des formes de passage, à reconnaître des identités sous des variétés de faciès. Quoi qu'il en soit, les diagnoses faites par M. Pénard, avec beaucoup de soin et de précision, et accompagnées de nombreuses figures, seront d'un grand secours pour les protistologistes. On consultera avec un intérêt particulier ses observations d'ordre biologique. A. Drz.

The marine Décapod Crustacea of California (Les Crustacés Décapodes marins de Californie), par Waldo Schmitt, Publications de l'Université de Californie, Zoologie Vol. 23 1921.

Ce beau volume de 470 pages, illustré de 50 planches et de nombreuses figures dans le texte, se rapporte spécialement aux Crustacés Décapodes recueillis par l'*Albatros*, dans la baie de San-Francisco, pendant les années 1912 et 1913. Le nombre des espèces des eaux Californiennes est de 220, dont la plupart appartiennent à la zone littorale. Trente six seulement sont strictement marines ou des formes abyssales. Enfin onze de ces espèces sont nouvelles : *Gennadas pectinatus, Palaemonetes hiltoni, Spirontocaris lagunæ, Sp. franciscana, Crago lomæ, Pachycheles holosericus, Pétrolisthes rathbunæ, Paguristes ulreyi, Dardanus jordani, Pylopagurus holmesi et Homola faxoni.* A. L.

Maladies du cœur, par M. le Dr H. Vaquez, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris. 1 Vol. gd. in-8° de 788 pages avec 139 figures. (Traité de médecine de Gilbert et Carnot). Baillière et fils, Paris. — Prix : 60 francs.

Cet important ouvrage est assuré du succès, car tous les médecins désireux de se mettre au courant des connaissances que nous possédons actuellement sur les maladies du cœur savent qu'ils ne sauraient trouver mieux que ce traité, écrit à leur intention par l'élève et le continuateur de Potain. L'auteur s'est attaché à y donner son opinion sur les plus importants sujets exposés, voulant éviter à ceux de ses confrères qui n'y sont point préparés par une longue spécialisation cardiologique d'avoir à choisir parmi de trop nombreuses interprétations ou hypothèses.

Cet ouvrage rendra le plus grand service aux praticiens car l'auteur y donne à la fois la description complète des maladies du cœur, des plus modernes procédés de diagnostic et des meilleurs modes de traitement. Plus de 95 pages sont consacrées aux généralités anatomophysiologiques et 136 aux méthodes d'examen ; l'étude de la thérapeutique spéciale n'occupe pas moins de 76 pages. En un mot il y a dans ce traité de quoi satisfaire les plus diverses catégories de lecteurs. Ceux-

(1) Librairie Delagrave.

ci seront certainement fort nombreux dans notre pays, mais il est à souhaiter qu'il en soit de même à l'étranger où un tel ouvrage fera d'excellente propagande française, tant y apparaît évidente la supériorité de l'enseignement que dispensent nos grands cliniciens dans leurs livres ou leurs leçons. A. B.

Dictionnaire pratique de Médecine et d'Hygiène, par les Drs Desesquelle et Niewenglowski avec la collaboration des Drs Frigaux, Desglozeaux, Helcun, Robert Leroux, Onfray et Siguret. Connaissances sommaires de Médecine; notions de Pharmacie; soins d'urgence; prophylaxie, hygiène, etc. In-8° de 932 pages avec 600 figures, planches et cartes. Garnier, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Le but de l'ouvrage des Drs Desesquelle et Niewenglowski est d'indiquer aux personnes étrangères aux sciences médicales les notions des soins d'urgence à donner en attendant l'arrivée du médecin, puis de leur inculquer quelques connaissances sommaires de médecine, permettant de discerner un état morbide.

A côté de ces notions succinctes de médecine le lecteur trouvera quelques notions de pharmacie avec l'indication des principaux caractères des médicaments les plus usités, de leur action physiologique et de leurs propriétés thérapeutiques. Les auteurs donnent également la liste de ceux que le pharmacien ne peut délivrer sans ordonnance du médecin.

Une place importante a été faite à l'Hygiène générale (eau, air, vêtement, habitation, soins corporels, alimentation, exercices, repos, etc.), à l'Hygiène spéciale (nouveau-né, hygiène scolaire, hygiène rurale, urbaine et industrielle), aux différentes cures et aux législations médicale et pharmaceutique. L. Ft.

Rôle des Colloïdes chez les êtres vivants, par Auguste Lumière. Un in-16, 311 pages, 19 fig., 14 planches hors texte. Masson, éditeur, Paris, 1921. — Prix : 16 francs.

La théorie, ou plutôt l'hypothèse toute nouvelle, que M. Auguste Lumière expose dans ce livre, et à l'appui de laquelle il apporte de nombreux arguments empruntés en partie à ses recherches personnelles, est celle-ci : l'évolution et la floculation de la micelle colloïdale sont à la base de la physiologie normale et pathologique. Plus précisément : l'état colloïdal conditionne la vie ; la floculation détermine la maladie et la mort.

M. Lumière résume d'abord, d'une façon très claire, les notions essentielles sur les colloïdes ; il insiste en particulier sur le phénomène qu'on décrit sous le nom de *mûrissement* des micelles au sein de la suspension colloïdale. Les micelles, animées de mouvement brownien, comprennent chacune une masse principale, le *granule*, possédant une charge électrique donnée et une sorte d'anneau périphérique, dont la charge est de signe contraire, et qui, bien que ne formant, au point de vue pondéral, qu'une minime fraction du granule, est la partie active qui intervient dans les échanges entre la micelle et le liquide. Petit à petit, l'épaisseur et la charge électrique de la couche périgranulaire diminuent, et les granules, libérés, finissent par s'accoler : il y a floculation. Or, comme les cellules et les tissus des animaux et des végétaux sont constitués par des colloïdes, les réactions qui président à leur croissance, à leur nutrition et à leur mort doivent s'accorder, dit M. Lumière, avec les règles suivant lesquelles les colloïdes évoluent et se transforment. La vie cellulaire réside dans des phénomènes d'échanges continuels ; ces échanges doivent s'effectuer entre la couche périgranulaire des micelles et le liquide intermicellaire. Le mûrissement des micelles dans les colloïdes naturels est très lent : les aliments ingérés compensent les pertes de la couche périgranulaire et tendent à maintenir l'état colloïdal. Peu à peu, les granules, très petits à leur origine, grossissent, leur activité diminue, il y a équilibre entre les gains et les pertes : la croissance de l'être cesse. Mais la tendance à la floculation s'accentue toujours, la cellule vieillit ; enfin, l'état colloïdal cesse en même temps que les échanges, et c'est la mort. Les colloïdes des différentes espèces cellulaires ne sont pas identiques, bien entendu, et ne se comportent pas de façon identique ; ainsi, les cellules épithéliales mûrissent rapidement, les cellules conjonctives ont une vie beaucoup plus longue, ce qui explique la sclérose et l'envahissement des organes par le tissu conjonctif dans la vieillesse. Indépendamment de leur évolution normale, physiologique, il peut y avoir des floculations accidentelles, d'où divers états pathologiques.

M. Lumière est ainsi amené à des considérations qui sont susceptibles, dans son esprit, de modifier complètement l'orientation des recherches médicales, et de donner lieu à des découvertes des plus importantes. Afin de trouver des procédés véritablement curatifs des différents états pathologiques aigus ou chroniques, il faudrait chercher à empêcher la floculation ou bien à dissoudre les matériaux précipités. C'est à l'avenir de dire la part de vérité contenue dans ces hypothèses ; M. Auguste Lumière s'efforce de leur frayer le chemin par des expériences ardues de laboratoire, et y convie vivement d'autres chercheurs. A. Drz

Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose, par Paul Buchner. In-8° de 462 pages, avec 103 figures et 2 planches. Borntraeger, éditeur, Berlin. — Prix : 57 francs.

On trouvera dans ce livre un exposé détaillé et assez complet (il manque quelques travaux français dont l'auteur n'a pas eu connaissance) de ce qui est actuellement connu sur les symbioses intracellulaires chez les animaux. La question est à l'ordre du jour et Buchner y a consacré de nombreuses recherches.

Les faits se groupent, pour le moment, en trois ensembles principaux : symbiose d'algues unicellulaires (zoochlorelles et zooxanthelles) chez des Invertébrés d'eau douce ou marins ; de levures (ou bactéries) chez les Insectes ; de bactéries dans les organes lumineux de divers animaux. Buchner les envisage successivement. Le livre se termine par la critique des idées de Portier auxquelles l'auteur ne reconnaît pas de base solide.

La symbiose des zoochlorelles et zooxanthelles (p. 1-145) est classique. Buchner en passe en revue les divers cas, en suivant l'ordre zoologique des hôtes et discutant l'aspect physiologique de ces associations, notamment d'après les travaux de Trendelenburg (1909) et de Putter (1911). A ce groupe de faits il joint l'étude des bactéries (ou bactéroïdes) de *Cyclosioma* et des champignons (*Nephromyces*) du rein des Molgulides.

Les faits de symbiose chez les Insectes (p. 146-339), sont de connaissance beaucoup plus récente. C'est seulement en 1910 que Pierantoni et Sulc les ont clairement aperçus. Depuis ils se sont multipliés et Buchner en a fait connaître beaucoup. Dans cette partie de son livre, il expose donc souvent des données personnelles, dont quelques-unes très nouvelles (Anobiides, Poux,

Punaises). A signaler les points relatifs à la transmission des symbioses ; dans beaucoup de cas elle a lieu par contamination de l'oocyte pendant l'oogenèse ; ailleurs (Anobiides) la larve se contamine seulement à l'éclosion, par la présence des symbiotes à la face externe de la coque de l'œuf. Il examine aussi ce que l'on sait des rapports physiologiques entre l'insecte et ses symbiotes.

La présence de symbiote dans les organes lumineux (p. 340-400) a été mise en évidence au cours de ces dernières années par Pierantoni chez les Lampyres et les Mollusques Céphalopodes. De son côté Buchner a interprété comme symbioses des formations plus ou moins bactéroïdes décrites par Julinn dans les cellules folliculaires de l'œuf et les organes lumineux des Pyrosomes. On trouvera dans le livre de Buchner l'ensemble et la discussion des faits actuellement signalés.

Ce livre offre donc une documentation étendue et souvent de première main sur la symbiose. J'ai moi-même résumé cette question à une échelle beaucoup plus restreinte. mais sans négliger aucun point important, dans mon livre sur *Le Parasitisme et la Symbiose* (Paris, Doin; 1921). Mes conclusions concordent généralement avec celles de Buchner. Je suis cependant plus réservé que lui sur l'évidence acquise au sujet de diverses symbioses (bactéries des Blattes, bactéries des organes lumineux, etc.). On peut être trompé par l'apparence microscopique de certaines formations intracellulaires et, pour affirmer qu'il s'agit de symbioses, il faudrait les avoir authentiquement cultivées *in vitro*. Or les cultures réalisées peuvent souvent être des impuretés. Il semble en être ainsi pour celles obtenues à partir des Blattes par divers auteurs. La nature symbiotique des formations intracellulaires de l'organe lumineux des Pyrosomes n'est pas démontrée davantage et même pour le cas des Céphalopodes, on peut souhaiter une démonstration plus rigoureuse que celle fournie jusqu'ici (1).

Le livre de Buchner — très substantiel d'ailleurs — est celui d'un zoologiste. La question doit être étudiée à fond maintenant par des méthodes bactériologiques rigoureuses. Il y a là un vaste programme de recherches.

M. CAULLERY.

Les Métaux précieux. par Jean VOISIN. Préface de M. Hanriot, Directeur des essais à la Monnaie de Paris. In-8° de 264 pages, avec 88 figures. (Collection des *Grandes encyclopédies industrielles*). Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L'auteur a envisagé les métaux précieux : or, argent, platine, iridium, palladium, ruthénium, osmium et rhodium au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques, de leurs utilisations industrielles et de leur rôle économique. Pour chacun d'eux il décrit les gisements, l'extraction, le traitement des minerais, les procédés de séparation et l'affinage. Il indique les méthodes d'essais, traite la question des poinçons de garantie et de la circulation commerciale. Le dernier chapitre est consacré au traitement des résidus industriels et à un tableau de conversion en monnaies et poids français des monnaies et poids des principaux pays.

L. Ft.

(1) Des objections sérieuses ont tout récemment été faites à la nature symbiotique des bactéries cultivées à partir des organes lumineux des céphalopodes, par Sylvie Mortara (Rendic Accad. Lnicci. (Déc 5), t. 31, tg. 22).

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Gaetano Ivaldi. — La legge del calore secondo il metodo sperimentale e la sera incompatibilità col secondo principio della termodinamica. In-8° de 76 p. Societa editrice libraria, Roma.

Koninkijk nederlandsch meteorologisch Instituut. — Ergébnisse aerologischer beobachtungen, n°s 8 et 9 Kemink et Zoon, éditeur, Utrecht.

J. Loeb. — Proteins and the theory of colloïdal behavior, 5e édition. In-8° de 292 pages. Graw-Hill publishing Co, éditeur, London.

Elie Alta. — Signum. Le mystère de la vie. In-8° de 60 pages avec 14 figures. Fasc. I. Bouchet-Dreyfus, éditeur, Vichy. — Prix : 5 francs.

Paul Painlevé. — Les axiomes de la mécanique (*Examen critique*). Note sur la propagation de la lumière. In-16 de 111 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Ernest Coustet. — Où en est la photographie. In-16 de 251 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 13 francs.

Paul Baud. — Les industries chimiques régionales de la France. In-16 de 244 pages. Doin, éditeur, Paris. Prix : 7 fr. 50.

Verneau et Rivet. — Ethnographie ancienne de l'Equateur. Tome VI, 2e fascicule (Mission du service géographique de l'armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud. (1899-1906). In-4° de 31 planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 40 francs.

Syria. — Revue d'Art oriental. Tome III. Fasc. 1. In-4° de 88 pages avec nombreuses figures. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr. par an.

Emile Picard. — Discours et mélanges. In-8° de 191 p. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Cleophas C. O'Harra. — The White River Badlands. In-8° de 174 pages avec 96 planches. (South Dakota School of Mines, Bulletin n° 13, Department of Geology). Rapid City, South Dakota.

Abbé Th. Moreux. — Pour comprendre Einstein. In-16 de 244 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix: 7 fr.

J. Nageotte. — L'organisation de la matière dans ses rapports avec la vie. In-8° de 560 pages avec 152 figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

O. Jacquinot et *F. Galliot.* — Navigation intérieure. Canaux. In-8° de 600 pages (*Grandes Encyclopédies industrielles*). Baillière, éditeur, Paris. — Prix 55 fr.

Bertrand Russell. — Le mysticisme et la logique. In-16 de 160 p. Payot, éditeur, Paris. — Prix 4 fr. 50.

Pierre Ryss. — L'Expérience russe. In-16 de 250 p. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Julio Endara. — José Ingenieros y el porvenir de la filosofia. In-16 de 100 pages. 2e édition. Agencia general de libreria, Buenos-Aires.

René Weitz. — Les Lycium européens et exotiques. Recherches historiques, botaniques, chimiques et pharmacologiques. In-8° de 202 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (V°)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 17 — 60e ANNÉE — 9 SEPTEMBRE 1922

LES BASES ACTUELLES DU PROBLÈME DE LA TUBERCULOSE

Il est peu de problèmes biologiques plus complexes que celui de la tuberculose ; c'est un bel exemple des difficultés qu'a l'esprit humain de dégager la vérité des contingences de toutes sortes qui la masquent et la rendent ainsi inaccessible aux savants les plus éminents.

Ce ne fut guère que dans la deuxième partie du XIXe siècle que le problème fut scientifiquement posé par Villemin qui est le véritable fondateur de la phtisiologie moderne. Si, en effet auparavant le génie de Laënnec avait, tant au point de vue anatomopathologique que clinique, créé la maladie telle que nous la concevons encore aujourd'hui; au point de vue étiologique, les ténèbres restaient presque aussi épaisses que du temps d'Hippocrate, et les cliniciens continuaient à considérer que la tuberculose était une maladie diathésique, une maladie de misère. Observant souvent la maladie à la fois chez les générateurs et chez les enfants, ils en avaient déduit qu'elle était héréditaire; qu'un phtisique naissait d'un phtisique.

Par une série d'expériences mémorables (1862 à 1865), Villemin démontre que la prétendue maladie de misère est une maladie infectieuse, que les produits tuberculeux inoculés au lapin déterminent chez cet animal l'apparition de lésions tuberculeuses semblables à celles qu'on observe chez l'homme. La maladie, dit-il, est contagieuse comme la syphilis et la morve. « Ce n'est pas une création spontanée de l'économie, il n'y a ni débilitation, ni misère, ni froid, ni chaud qui puisse la faire éclore ; pour naître, il lui faut un germe qui ne peut lui venir que du dehors. »

Si l'on se rappelle que ces paroles prophétiques étaient prononcées quelques années avant les découvertes de Pasteur sur les maladies des vers à soie, on est rempli d'admiration pour le clair génie de Villemin. Villemin ne se contente pas de proclamer que la maladie est contagieuse, il montre le rôle favorisant du confinement, de la cohabitation. La maladie, rare chez les peuplades nomades, est d'une fréquence extrême dans les pays civilisés, surtout dans les villes. Elle se transmet surtout par les crachats, qui, inoculés au lapin, déterminent la tuberculose expérimentale.

La découverte de Villemin était prématurée ; elle ne fut accueillie qu'avec scepticisme ; elle était en contradiction apparente avec l'observation médicale qui, surtout dans la classe aisée, ne constatait qu'assez rarement la contagion chez les adultes et continuait à expliquer la fréquence indéniable de la tuberculose chez les enfants de tuberculeux par l'*hérédité*.

La découverte du bacille, en 1882, par Robert Koch fit définitivement ranger la tuberculose au nombre des maladies infectieuses ; mais l'opinion médicale ne désarma pas et considéra que

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

s'il était nécessaire qu'il y eût des bacilles pour que se développât la tuberculose, il fallait aussi qu'il y eût un terrain préparé soit par l'hérédité, soit par le surmenage, la misère, l'alcoolisme, etc., pour que le bacille pût germer et pulluler. Certains même, considérant que le bacille tuberculeux était répandu à profusion dans la nature, en déduisaient que, l'infection étant fatale, il était inutile de se préoccuper de la contagion de la maladie. Les travaux de ces 20 dernières années, dus pour la plus grande part à l'Ecole française, ont montré les raisons de ces discordances. Ils ont posé avec précision les données du problème et ont établi une doctrine qui concilie l'observation clinique et la science expérimentale.

Si l'on veut comprendre le problème de la tuberculose et en particulier celui de la contagion, il faut avoir sans cesse présente à l'esprit cette notion que la tuberculose est une maladie infectieuse toute spéciale, qui n'a rien de commun avec une fièvre éruptive ou la fièvre typhoïde, que ce n'est pas une maladie aiguë mais bien une maladie chronique dont le début est souvent insidieux, latent pendant de longues années, et qu'enfin c'est une maladie discontinue faite de trêves et de réveils.

Cette maladie infectieuse, si particulière, est déterminée par la pullulation d'un microbe tout spécial, bien différent des bactéries banales des suppurations ou de la fièvre typhoïde. Le bacille de Koch a une place à part dans la classification bactériologique. Il est plus près des hyphomycètes, en particulier du *discomyces bovis* de l'Actinomycose, que des bactéries pathogènes ; il peut même, dans certaines conditions, présenter des ramifications et des renflements aux extrémités, qui rappellent les conidies des actinomycètes. Beaucoup plus riche en acides gras encore que les autres bactéries, il présente des réactions colorantes spéciales bien définies par Ehrlich : il est plus difficile à colorer que les autres bactéries, mais une fois coloré il résiste à la décoloration par les acides minéraux dilués (acide nitrique au 1/3) et par l'alcool. C'est grâce à ces propriétés colorantes spéciales que l'on peut, en utilisant la méthode d'Ehrlich, rechercher le bacille tuberculeux dans les crachats et faire avec une facilité extrême, dans un grand nombre de cas, le diagnostic de la maladie.

Pour se développer dans les milieux de culture il lui faut des matières organiques végétales ou animales, de la pomme de terre, du sang, du jaune d'œuf, et surtout de la glycérine, presque indispensable à son développement.

Son pouvoir pathogène accentue encore son individualité. Lorsqu'il pénètre dans un organisme, il ne se multiplie pas un peu partout dans le sang ou dans les viscères par unités distinctes comme le fait un bacille d'Eberth ou un pneumocoque, mais il se fixe dans un organe et y colonise, suscitant autour de lui des réactions cellulaires qui tendent à l'emmurer, à l'enkyster. Ces réactions cellulaires aboutissent à la formation de masses plus ou moins volumineuses, *granulations ou tubercules*. Dans ces formations tuberculeuses, si les bacilles sont en petit nombre, l'enkystement est relativement solide ; s'ils sont en grand nombre, il est tout à fait insuffisant. Le bacille contient, en effet, comme l'a montré Auclair, des poisons peu diffusibles que l'on peut extraire par l'éther et qui ont pour résultat de faire subir au tissu voisin une dégénérescence spéciale, analogue au processus diastasique qui transforme en corps gras la caséine du lait dans la formation des fromages. Cette *caséification* peut être suivie d'une sorte de liquéfaction du tissu dégénéré, qui tend ensuite à s'éliminer, laissant à sa place des pertes de substances plus ou moins importantes, cavernes pulmonaires.

Il existe certainement plusieurs races de bacilles tuberculeux, humaine, bovine, aviaire, pisciaire. L'homme n'est sensible qu'aux deux premières, et encore semble-t-il assez réfractaire au bacille bovin. Si, dans certaines conditions, le bacille bovin peut devenir pathogène pour l'homme, par l'intermédiaire du lait et de la viande des bovidés tuberculeux, le fait est exceptionnel, et presque seul compte, en pratique, pour l'homme, le bacille humain, dont le véhicule principal est le crachat tuberculeux. La diversité extrême de gravité que présentent en pathologie humaine les différentes formes de tuberculoses avait fait penser qu'il pouvait y avoir des races diverses de bacille humain, plus ou moins virulentes, les plus atténuées étant seulement capables de produire certaines lésions tuberculeuses cutanées (lupus) ou ganglionnaires (scrofule), les autres plus virulentes déterminant des lésions pulmonaires graves. Il semble que ce soit une notion inexacte et que, comme l'a montré Nocard, en matière de tuberculose, ce qui compte surtout *c'est le nombre des bacilles inoculés*. Des bacilles en petit nombre inoculés aux cobayes, font de la tuberculose fibreuse discrète, à marche lente ; des bacilles nombreux font des lésions rapidement caséeuses et extensives.

Le bacille de Koch a encore une place à part parmi les bactéries, par les poisons qu'il secrète. On sait que les bactéries pathogènes secrètent des toxines; celles-ci sont de deux ordres : 1° les exotoxines solubles, passant dans les milieux de culture liquides et pouvant être recueillies par simple filtration, telles que les toxines diphtérique et tétanique qui ont une activité extrême et déterminent au cours de la diphtérie et du tétanos la plupart des symptômes morbides : 2° les endotoxines, qui ne passent dans les milieux ambiants qu'à la mort du microbe ou bien après son attrition. Ces endotoxines, dont le type est la toxine pneumococcique ou streptococcique, sont beaucoup moins actives et déterminent des réactions beaucoup moins spécifiques (fièvre, hémorragie, suppuration). Le bacille de Koch ne secrète, en réalité, ni exotoxines solubles, ni endotoxines, mais bien une toxine toute spéciale, la tuberculine (le bacille de la morve secrète une toxine analogue, la malléine).

Cette tuberculine, qui a été découverte par R. Koch, est, en réalité, un extrait protoplasmique glycériné du bacille. On l'obtient en tuant par la chaleur une culture du bacille bien développée sur bouillon glycériné, puis en réduisant la culture par évaporation au 1/10e, au moyen de la chaleur douce, et en la filtrant sur papier. Cette tuberculine a une propriété bien singulière, découverte par Koch : inoculée, même à haute dose, aux individus sains, elle ne détermine chez eux aucune réaction ; inoculée, même à dose infinitésimale, aux tuberculeux, elle provoque une fièvre intense et des lésions congestives au niveau des foyers tuberculeux, qui peuvent entraîner la mort. Le tuberculeux se trouve vis-à-vis de la tuberculine comme un individu atteint de ce que l'on appelle l'asthme des foins vis-à-vis du pollen des fleurs : une dose même infinitésimale de substance inoffensisve pour un individu sain détermine chez lui des réactions intenses.

La sensibilité des tuberculeux à la tuberculine se manifeste même si l'individu est porteur de lésions tuberculeuses extrêmement minimes. Le porteur de tubercules est, selon l'expression de Von Pirquet, *en état allergique,* il réagit autrement, d'une façon précoce, sur le mode hypersensible. Cet état allergique se manifeste non seulement si l'on injecte de la tuberculine sous la peau, mais même si l'on se contente de déposer une goutte de tuberculine dans le derme, en faisant à ce niveau, une scarification. Alors que chez l'individu sain, il n'y a aucune réaction locale, chez l'individu porteur de lésions tuberculeuses au niveau des poumons ou dans un coin quelconque de l'organisme, il se produit une papule rougeâtre, et même quelquefois des vésicules. La *cutiréaction* de Von Pirquet est dite alors positive. Ainsi le porteur de tubercules, et nous employons cette expression de propos délibéré et non celle de tuberculeux (car ce porteur peut avoir une lésion discrète qui est complètement latente et ne trouble en rien sa santé), est sensible à la tuberculine, non seulement au niveau de ses tubercules mais encore au niveau de tout son tégument et même de ses muqueuses (ophtalmo-réaction). Cette hypersensibilité des tuberculeux ne se manifeste pas seulement vis-à-vis de la tuberculine, mais aussi vis-à-vis des *réinoculations du bacille lui-même,* comme l'a montré R. Koch. Ce qu'on appelle le *phénomène de Koch* rend bien compte de ce processus ; nous le résumons sommairement à cause de son importance dans l'histoire même de la tuberculose.

Si l'on injecte, à un cobaye sain, des bacilles tuberculeux sous la peau, il se produit un petit tubercule qui évolue lentement en 10 à 12 jours, et finit par s'ouvrir au dehors en donnant une ulcération chancriforme, sans tendance à guérir. Du chancre, par la voie lymphatique, les bacilles vont gagner les ganglions lymphatiques voisins qui deviennent alors le siège de tubercules, puis la lésion se généralise à la rate, au foie, aux poumons, et le cobaye meurt au bout de un à deux mois. Si l'on réinocule sous la peau, sur un point symétrique, la même dose de bacilles à un cobaye ayant déjà reçu quinze jours auparavant des bacilles tuberculeux sous la peau, au lieu d'un chancre à apparition lente, il se produit, au point d'inoculation, au bout de 48 heures, une *eschare* qui *s'élimine bientôt et guérit.* Les ganglions lymphatiques correspondants ne deviennent pas tuberculeux, autrement dit, chez un cobaye déjà tuberculisé, le bacille réinjecté à nouveau ne se greffe pas ou ne se greffe qu'incomplètement.

On assiste à ce fait paradoxal que, tandis que la tuberculose de première inoculation suit son cours et va tuer le cobaye, une tuberculose de deuxième inoculation chez le même animal ne peut se développer. Autrement dit, le cobaye chez lequel l'introduction de quelques bacilles tuberculeux va déterminer une tuberculose inexorablement progressive, est, en quelque sorte, vacciné contre une nouvelle inoculation.

Comme je l'ai montré avec de Serbonnes, le phénomène de Koch peut s'observer au niveau du poumon chez le cobaye.

Si on injecte des bacilles tuberculeux dans la trachée d'un cobaye sain, il fait une broncho-

pneumonie tuberculeuse à marche rapide ; si on fait la même inoculation dans la trachée d'un cobaye qui a été tuberculisé quelques semaines auparavant sous la peau, il se produit, lors de l'injection seconde, des phénomènes congestifs qui peuvent, par leur acuité, tuer l'animal; par contre, s'il résiste, on n'observe pas de broncho-pneumonie tuberculeuse mais des lésions fibreuses discrètes.

Dans ces conditions encore la deuxième greffe s'est faite difficilement, mais nous assistons au moment de la réinoculation à des phénomènes réactionnels extrêmement violents très comparables à ceux que déterminerait une dose forte de tuberculine; ces phénomènes réactionnels ont une allure inflammatoire qui est bien mise en évidence par des expériences très intéressantes de Bail, de Rist et Kindberg. Si l'on injecte des bacilles tuberculeux dans le péritoine d'un cobaye sain, il se produit des lésions tuberculeuses caséeuses, sans grande réaction, qui tuent l'animal en quelques semaines; si l'on injecte, au contraire, la même dose de bacilles dans le péritoine d'un cobaye qui a été tuberculisé sous la peau 15 jours auparavant, il se fait une réaction péritoniale aiguë avec formation de liquide, une véritable ascite; puis le liquide se résorbe et la greffe ne se produit pas : il ne se produit pas de péritonite tuberculeuse. D'ailleurs, les premiers bacilles inoculés sous la peau continuant leur œuvre, l'animal meurt en quelques semaines.

Tous ces faits ont une importance capitale, car ils montrent que le tuberculeux est sensibilisé dès la première pénétration de bacilles et va se comporter dans la suite au point de vue des inoculations secondes, jusqu'à un certain point, comme un organisme anaphylactisé. Si nous laissons de côté les phénomènes réactionnels souvent dangereux d'ailleurs qui accompagnent la réinfection, nous pouvons conclure que les animaux déjà tuberculeux sont relativement réfractaires à une réinfection nouvelle. Peut-on dire qu'ils soient vaccinés et cette notion est-elle susceptible de déduction pratique ?

De toute une série de travaux, dont nous ne pouvons rapporter le détail, il résulte qu'on ne peut vacciner les animaux contre la tuberculose ni avec la tuberculine, ni avec des bacilles tués par la chaleur ou l'iode. Seule est susceptible d'augmenter la résistance des organismes neufs l'inoculation de bacilles tuberculeux vivants. On a tout d'abord utilisé les bacilles tuberculeux de virulence atténuée, sans résultat. Behring, il y a quelques années, avait semblé porter la question sur un terrain plus scientifique. Dans la vaccination jennérienne on vaccine non avec le virus variolique atténué, mais avec un virus très voisin du virus variolique, avec le cowpox de la vache, ou l'horsepox du cheval; on suppose que le virus transporté sur une autre espèce a perdu ses propriétés pathogènes tout en gardant ses qualités de vaccin. Il en pourrait être de même pour la tuberculose ; il existe, nous l'avons vu, plusieurs virus tuberculeux, humain, bovin, aviaire ; par analogie avec le vaccin jennérien, Behring propose de vacciner les bovidés avec des bacilles tuberculeux humains. On injecte le *bovo-vaccin* en deux fois, à trois mois d'intervalle ; trois mois après la deuxième vaccination l'animal peut être considéré comme immunisé et, par suite, exposé à la contagion d'étable ou soumis à l'épreuve de l'inoculation de bacilles bovins virulents. Les recherches de Vallée, de Calmette ont montré que, contrairement aux idées de Behring, on pouvait se servir comme bovo-vaccin d'un bacille de souche bovine et que la résistance conférée aux bovidés par la vaccination ne dépassait pas 6 mois. En réalité, on ne parvient jamais à déterminer après inoculation de vaccin un état d'immunité solide, durable, comparable à celui que l'on produit après inoculation du virus charbonneux atténué (vaccination pastorienne) ou même du bacille d'Eberth (vaccin chauffé) ; on augmente seulement la résistance des animaux inoculés, et encore, comme l'a montré Vallée, l'augmentation de résistance ne dure-t-elle qu'autant que les bacilles servant de vaccin n'ont pas été complètement éliminés de l'organisme ? Autrement dit, l'organisme ne résiste à une nouvelle infection tuberculeuse que tant qu'il est encore tuberculeux. Il y aurait là des faits comparables à ceux qu'on observe dans la syphilis où l'immunité disparaît à la suite des injections de composés arsenicaux, en même temps que se produit la guérison, bien différents donc de ceux qu'on observe dans les immunités vaccinale et post-typhoïdique qui laissent dans l'animal un souvenir humoral tel que, bien que depuis longtemps le vaccin soit résorbé, l'immunité demeure.

L'immunité anti-tuberculeuse, si immunité il y a, est d'ailleurs toute différente de celle qui se développe à la suite de l'intoxication diphtérique ou de l'infection méningococcique, pour ne prendre que ces exemples. On sait que, dans ces deux cas, le sérum des animaux vaccinés a acquis des propriétés préventives, et même des propriétés thérapeutiques telles que les sérothérapies antidiphtérique et antiméningococcique

sont une des plus belles conquêtes de la science moderne; par contre, à la suite d'injections répétées de tuberculine, aux animaux sains, il ne se produit pas d'anti-tuberculine, le sérum des animaux injectés en même temps que la tuberculine n'en diminue en rien les effets nocifs. Il en est de même à la suite des injections répétées de bacilles tuberculeux aux animaux : il ne se développe dans le sérum aucune qualité préventive et thérapeutique, et en matière de tuberculose, nous sommes forcés de constater le rôle inefficace de la sérothérapie.

*
**

Nous avons résumé aussi succinctement que possible les notions scientifiques essentielles que nous possédons sur l'infection tuberculeuse ; elles vont nous servir à mieux comprendre les problèmes cliniques de la tuberculose humaine.

Il est tout d'abord une première notion fondamentale à laquelle se rattachent en particulier les noms de Nocard, de Kuss : la tuberculose n'est pas une maladie héréditaire L'hérédité paternelle n'a jamais été démontrée et la transmission au fœtus des bacilles maternels par la voie placentaire est exceptionnelle.

On doit considérer, en pratique, que la tuberculose est toujours une maladie acquise contrairement à la syphilis. Ces notions ont été démontrées d'une façon péremptoire chez les bovidés ; les veaux nés de vaches tuberculeuses séparés de celles-ci aussitôt la naissance ne deviennent pas tuberculeux s'ils ne sont pas soumis ultérieurement à la contagion de bovidés tuberculeux.

Il est important d'ailleurs de noter que la tuberculose est exceptionnelle dans les tout premiers mois de la vie, chez l'enfant, et qu'elle ne commence guère à apparaître qu'après le troisième mois, pour devenir de plus en plus fréquente au fur et à mesure que l'enfant va avancer en âge. Toutes les observations actuelles sont concordantes pour montrer la sensibilité extrême du jeune enfant à la contagion tuberculeuse. qu'il s'agisse du nourrisson allaité ou soigné par une mère ou une nourrice tuberculeuse, ou de l'enfant un peu plus grand, à l'époque du « touche-à-tout », à l'époque où il se traîne constamment à terre et porte tout à la bouche.

Il semble démontré anssi que l'infection est d'autant plus sévère que l'enfant est plus jeune, comme si chez le nourrisson l'absence de toute infection antérieure laissait à l'organisme sa susceptibilité extrême, semblable à celle du cobaye; comme si chez les enfants plus âgés, de petites infections impondérables par quelques bacilles, avaient déjà augmenté la résistance vis-à-vis d'infections plus massives. Il faut noter aussi l'extrême fréquence de la tuberculose infantile dans les familles où les parents, où les frères et sœurs sont tuberculeux, surtout si des conditions de confinement, de mauvaise aération (taudis, surpeuplement), augmentent encore les causes de contamination dont le crachat, surtout le crachat desséché, semble être le principal agent.

De toute une série de recherches concordantes, que nous ne pouvons que signaler, observations des anatomo-pathologistes, augmentation progressive du pourcentage des cuti-réactions positives au fur et à mesure que la statistique porte sur des enfants plus âgés, il résulte que la tuberculose croît avec l'âge ; et qu'en même temps que la fréquence augmente, la gravité s'atténue relativement. La tuberculose du nourrisson est, en effet, presque toujours une tuberculose aiguë, mortelle, très comparable à celle du cobaye. La tuberculose de la deuxième enfance est déjà moins sévère, les bacilles qui ont pénétré par la voie aérienne déterminent au niveau du poumon un premier foyer, véritable chancre d'inoculation, foyer qui a une réelle tendance à l'enkystement ; ils gagnent ensuite les ganglions du médiastin où ils s'arrêtent souvent et pullulent, déterminant ces adénopathies trachéo-bronchiques volumineuses si caractéristiques de la tuberculose infantile. C'est de ce repaire ganglionnaire qu'ils pourront essaimer dans la suite pour aller se porter à nouveau sur le poumon, sur la plèvre, sur les méninges cérébrales, sur les os, les articulations, etc...

Dans la deuxième enfance la tuberculose n'a plus le caractère fatal qu'elle a chez le nourrisson ; ses manifestations sont plus lentes et relativement plus bénignes. Chez un très grand nombre de ces enfants même, la tuberculose ne semblera pas évoluer cliniquement ; elle modifiera cependant assez leur faciès pour que le médecin averti se rende compte que ces *prédisposés,* comme on disait autrefois, (d'ailleurs d'un mot impropre et qu'il ne faut plus employer), sont, en réalité, porteurs de lésions médiastines plus ou moins importantes qui expliquent leur pâleur, leur aspect chétif, leur apathie, leur tendance aux poussées fébriles, etc... Chez un grand nombre enfin, la tuberculose, plus discrète encore pourra s'enkyster, peut-être même se cicatriser, et tout au moins l'individu qui sera porteur de ces lésions jouira-t-il d'une santé normale ; seule la cuti-réaction, qui sera posi-

tive, révélera-t-elle l'existence d'une infection tuberculeuse cachée ?

Les conditions de contamination dans les grandes agglomérations urbaines sont telles que si l'on recherche, systématiquement cette fois chez l'adulte, la présence de lésions tuberculeuses, aux autopsies d'individus, soit morts accidentellement, soit de maladies autres que la tuberculose, on les rencontre dans le plus grand nombre des cas, dans 97 % des cas, d'après Noegeli, dans 70 % des cas d'après la statistique plus précise de Letulle.

L'épreuve de la cuti-réaction montre d'autre part que le plus grand nombre d'individus sains en apparence et même en réalité (et qui le resteront dans la suite) sont, en effet, porteurs de lésions tuberculeuses puisqu'ils réagissent à la tuberculine. On en arrive donc à cette notion qu'il est bien peu d'individus des villes qui parviennent à l'âge adulte sans avoir été touchés quelque peu par la tuberculose. Cette notion indiscutable a besoin cependant d'être précisée car formulée ainsi, comme elle l'est trop souvent, elle risque de jeter le trouble dans les esprits. A quoi bon dira-t-on chercher à prémunir l'enfant de la contagion tuberculeuse, puisque celle-ci est fatale ? Tout en laissant sa valeur à cette notion de la fréquence des tuberculoses latentes, il faut bien distinguer celles qui ne sont que des trouvailles infimes d'autopsie, petits tubercules durs, fibreux, souvent calcifiés, petites adhérences pleurales limitées, qui ne se traduisaient pendant la vie que par une cuti-réaction positive, des lésions beaucoup plus importantes, ganglionnaires ou pulmonaires, enkystées sans doute, mais volumineuses, riches en matière caséeuse et en bacilles, toutes prêtes à se réveiller et qui se sont traduites le plus souvent déjà par ces modifications de l'habitus extérieur de l'individu dont nous parlions tout à l'heure, qui se traduisent enfin à la radiographie par des ombres importantes. Les premières sont peu dangereuses, les secondes constituent une menace perpétuelle.

La connaissance des faits que nous venons de rapporter va nous aider à comprendre ce qu'est la tuberculose de l'adulte. La tuberculose de l'adulte des villes n'est pas en effet bien souvent la première manifestation de l'nfection bacillaire, elle n'est, comme Grancher a eu en particulier le mérite de le montrer, que la deuxième étape d'une tuberculose remontant à l'enfance. Sans doute il ne faut rien exagérer, car certains adultes (surtout les nouveaux-nés venus des campagnes), pourront se contaminer tardivement, à la maison, auprès d'un conjoint tuberculeux, à l'atelier ou au bureau, auprès d'un camarade malade, mais le plus souvent l'éclosion de la tuberculose de l'adulte ne sera en réalité que le réveil d'une tuberculose contractée dans l'enfance et restée jusque-là *plus ou moins* latente. Ce qu'il faut bien poser c'est la résistance relative de l'adulte, en opposition à la sensibilité extrême de l'enfant. Cette résistance relative de l'adulte n'est d'ailleurs pas le fait de l'âge, elle tient à ce que l'adulte a déjà été exposé à toute une série de petites contaminations antérieures. La démonstration en a été donnée par toutes les belles enquêtes de Metchnikoff, de Burnet, de Calmette, de Borrel sur la tuberculose des peuplades nomades ou sauvages, sur la tuberculose des noirs. Toutes ces enquêtes ont révélé, en effet, que l'adulte qui n'avait pas été exposé antérieurement à la contamination, lorsqu'il vient au contact de civilisés tuberculeux, se contamine rapidement et a la même susceptibilité que l'enfant, il fait comme lui des tuberculoses rapides et généralisées. La tuberculose des troupes noires venues dans nos pays, comme l'a bien montré Borrel, est semblable à celle de l'enfant et à celle du cobaye.

On comprend aujourd'hui, à la lueur de ces notions, pourquoi les anciens cliniciens ne croyaient pas à la contagion ; ne sachant pas que la tuberculose est une maladie chronique, dont le début remonte à l'enfance, ne connaissant que le dernier épisode, la phtisie de l'adulte, ils ne pouvaient voir la contagion. Voici un enfant tuberculisé vers l'âge de deux à trois ans par une mère tuberculeuse qui meurt peu après: l'enfant grandit et ne manifeste les premiers symptômes de la tuberculose qu'à l'âge de la puberté, comment soupçonner la contagion si l'on ne sait que la tuberculose peut rester latente pendant de longues années, et que l'épisode de la 20e année n'est qu'un réveil du passé. On comprend pourquoi ils ne croyaient pas à la fréquence de la contagion, car ils ne la cherchaient qu'entre adultes, chez des conjoints par exemple, où elle est relativement rare. On s'explique pourquoi les grands cliniciens du XIXe siècle faisaient jouer un si grand rôle aux causes secondes, aux maladies débilitantes, à la misère physiologique, aux maladies infectieuses telles que la coqueluche et la rougeole ; c'est, qu'en effet, ces causes président le plus souvent à l'éclosion des poussées tuberculeuses de l'adulte qui sont, en réalité, des réveils des tuberculoses contractées dans l'enfance.

Alors que le problème de la tuberculose infan

tile est fait surtout de contagion, alors que la cause de la gravité de la tuberculose réside surtout dans la contamination massive en milieu familial, le problème de la tuberculose de l'adulte comporte surtout la recherche des causes qui président au réveil des tuberculoses latentes :

Maladies infectieuses, surtout les fièvres éruptives, la rougeole, la coqueluche; affections aiguës des voies respiratoires, grippe, pneumonie. Il faut encore faire jouer un rôle important à la grossesse, aux allaitements prolongés ou répétés, au diabète, aux troubles dyspeptiques, aux entérites chroniques, au surmenage, à l'alcoolisme enfin.

Le mécanisme de ces réveils, que nous entrevoyons à peine, peut être multiple. Un certain nombre d'états infectieux, tels que la rougeole, la grippe, modifient profondément les réactions humorales de l'individu et semblent supprimer les processus réactionnels utiles à la défense ; au cours de ces états, la cuti-réaction, qui est positive chez la plupart des grands enfants ou des adultes, devient négative. (Il en est de même à la fin de la grossesse, au moment de l'accouchement.) Il se constituerait, à la place de l'état allergique habituel à l'adulte vis-à-vis du bacille tuberculeux, un retour à *l'état anergique* des organismes vierges qui ne réagissent pas à la tuberculine et sont si sensibles à la tuberculose.

Le rôle si important de l'alcoolisme pourrait pour une part s'expliquer ainsi, il ramènerait l'organisme à l'état anergique; chez les tuberculeux alcooliques présentant des lésions hépatiques, en effet, comme l'a montré récemment Fiessinger, la cuti-réaction est négative. Des statistiques de Pégurier il résulte, d'autre part, que, par les lésions qu'il entraîne sur le foie, l'hérédo-alcoolisme met les enfants d'alcooliques dans un état de réceptivité très marqué vis-à-vis des bacilles tuberculeux. Toutes les causes de viciation du fonctionnement du foie, du pancréas et peut-être aussi des glandes endocrines, en particulier de la glande thyroïde, auraient un résultat analogue. Le rôle favorisant de la grossesse, de l'allaitement, pourrait s'expliquer d'autre part par la déperdition de chaux prolongée de l'organisme. Dans les maladies infectieuses telles que la rougeole, la coqueluche, la grippe, la pneumonie, la cause peut être enfin cherchée, comme je l'ai montré, peut-être tout simplement dans les remaniements de vieux foyers tuberculeux sous l'influence des lésions pulmonaires déterminées par la nouvelle infection.

*
* *

La conception actuelle de la tuberculose telle que nous venons de l'exposer n'a pas qu'un intérêt théorique, elle nous montre dans quel sens on doit orienter la prophylaxie et la thérapeutique anti-tuberculeuses. Au point de vue prophylactique, alors que la notion de la transmission héréditaire de la tuberculose conduisait, selon le mot de Nocard, à la résignation fataliste, néfaste, des Orientaux, la notion de contagiosité de la maladie, introduite par Villemin, nous a révélé la possibilité de la lutte. Tout en proclamant que celle-ci est avant tout œuvre sociale et que la guerre à l'alcool, au taudis, à la misère, que le développement des moyens de transport en commun permettant le dépeuplement des villes au profit des campagnes, que l'extension des œuvres des logements et des jardins ouvriers sont les facteurs les plus importants de la lutte, il faut avoir sans cesse présente à l'esprit la notion du danger effroyable de la contagion de la tuberculose familiale pour l'enfance.

La diffusion de la notion de contagion et en même temps celle des mesures si simples qui permettent pour une grande part de l'éviter doit être l'œuvre des médecins en général, et plus particulièrement des médecins de dispensaires et des infirmières visiteuses, mais aussi de tous les esprits d'élite qui peuvent devenir, soit dans leur foyer, soit dans leur ambiance, des « empêcheurs de tuberculose ».

Sans doute la création de dispensaires, de préventoriums pour les enfants, de sanatoriums, et surtout d'hôpitaux-sanatoriums moins dispendieux que les sanatoriums proprement dits, constitue la mesure la plus urgente, mais on peut dire que dès maintenant, si on fait passer dans la conscience publique la notion que la tuberculose est une maladie contagieuse, évitable, surtout en milieu confiné, sans air et sans soleil, et que le crachat est la véritable source du contage, la prophylaxie de la maladie aura fait un grand pas.

Pour parvenir à lutter contre la contagion, il faut avant tout que soit établi, et d'une façon aussi précoce que possible, le diagnostic de tuberculose ouverte. Or, ce diagnostic est le plus souvent facile à poser si l'on fait la recherche systématique du bacille dans les crachats, qui est de toutes les méthodes de laboratoire, la plus simple et la plus sûre.

La prophylaxie de la tuberculose ne doit cependant pas se borner à éviter la contagion

de la tuberculose déclarée, mais à empêcher le réveil des tuberculoses latentes. La connaissance précise des causes de ces réveils permettra bien souvent de les éviter, et s'ils se produisent de traiter aussitôt la tuberculose naissante.

La surveillance devra être d'autant plus grande qu'on sera averti, par l'étude des antécédents des malades, de la possibilité d'une contamination familiale. Dans les milieux familiaux où se sera déclaré déjà un cas de tuberculose on redoublera de surveillance. Des pesées régulières, des prises de température fréquentes, des examens de crachats, une auscultation minutieuse, un examen radiologique permettront de dépister la moindre éclosion de la maladie.

Au point de vue thérapeutique, *s'il n'existe pas, et il faut le proclamer hautement, de traitement spécifique de la tuberculose*, si aucun sérum, aucun médicament, n'ont donné de résultats satisfaisants, il faut que l'on sache que le médecin n'est pas désarmé. Dans un très grand nombre de cas, si la tuberculose pulmonaire est incurable c'est qu'elle est soignée trop tard. Diagnostiquée d'une façon précoce elle peut être combattue d'une façon effective. S'il s'agit d'une forme brutale, caséeuse, à type broncho-pneumonique ou pneumonique, on a la ressource du pneumothorax artificiel. Si l'on est en présence au contraire, ce qui est la règle, d'un de ces signes révélateurs de tuberculose plus discrète, encore fermée le plus souvent, (adénopathie médiastine ou cervicale, pleurésie, hémoptysie, signes d'imprégnation, amaigrissement, perte d'appétit, fièvre, sueurs nocturnes, toux), on tiendra compte *immédiatement* de l'avertissement, on imposera aux malades la cure hygiénodiététique d'air, de repos, de bonne alimentation, soit en cure libre, soit mieux au sanatorium. On recherchera alors les causes qui ont pu provoquer le réveil de la tuberculose restée latente jusque-là ; on analysera avec une minutie extrême l'état des fonctions digestives, l'état du foie, des glandes à secrétion interne, on étudiera les troubles du métabolisme, les fautes d'hygiène, surmenage, excès de tous genres, et en intervenant ainsi, en traitant la tuberculose au début, on évitera l'évolution de la phtisie.

Dr Fernand Bezançon,

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,
Membre de l'Académie de Médecine.

LES JARDINS ZOOLOGIQUES D'EUROPE EN 1912

Chargé par le Ministre de l'Instruction Publique de visiter les Jardins Zoologiques de l'étranger en vue de la réfection des constructions de la ménagerie du Jardin des Plantes, j'ai rempli cette mission en juillet 1912. Des circonstances, étrangères à ma volonté, s'opposèrent à la publication immédiate de mon rapport sur cette mission, et la guerre remit tout en question, reportant à une époque indéterminée et lointaine les travaux prévus il y a dix ans.

Dans ces conditions, et pour que les résultats de ma mission ne restent pas inutiles, M. Coville, directeur de l'Enseignement supérieur, a bien voulu m'autoriser à publier, sans plus attendre, mon rapport sur cette mission. Je le prie de vouloir bien agréer ici mes vifs remerciements pour cette autorisation.

La ménagerie du Muséum, dont la fondation remonte à plus d'un siècle, et qui a servi de modèle à toutes les autres, est la seule qui soit une Ménagerie d'Etat, annexée à un établissement scientifique d'Enseignement et de Recherches tel que le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Bien que les animaux de cette ménagerie aient été la base de magnifiques travaux, tels que les *Planches d'Anatomie Comparée* de Georges Cuvier, l'*Ostéographie* de De Blainville, l'*Histoire Naturelle des mammifères* d'Etienne Geoffroy-St-Hilaire, et d'autres encore, des esprits bien pensants ont trouvé qu'elle n'était qu'une superfétation très onéreuse pour le Muséum, et prétendu que les établissements similaires que l'on trouve à l'étranger avaient une organisation préférable. Or, aucun de ces établissements, on ne saurait trop le répéter, n'a de relation directe avec le gouvernement de son pays. Ce sont des *entreprises particulières*, fondées et exploitées par des Sociétés d'actionnaires et gérées par un Conseil d'administration et un Directeur. Lorsqu'elles ont une subvention de l'Etat ou de la Ville, cette subvention est toujours très minime. Mais leur principal revenu provient des abonnements et des entrées, car *tout est payant* dans ces jardins. Or, à la ménagerie du Jardin des plantes, l'entrée a toujours été, et restera, peut-être, encore longtemps, gratuite.

Bien que ces jardins étrangers aient été fondés, pour la plupart, par des Sociétés savantes,

j'ai été frappé de ce fait qu'en dehors des *Guides*, plus ou moins illustrés, qui sont mis à la disposition des visiteurs, aucun d'eux n'a de publication scientifique qui lui soit propre. Les matériaux précieux qui s'accumulent dans ces jardins ne peuvent être utilisés qu'au dehors. (1) C'est ici que se montre la supériorité de l'organisation du Muséum de Paris, où tous les animaux vivant à la ménagerie peuvent être étudiés, sur place par les services compétents, être utilisés pour l'enseignement, et doivent, après leur mort, servir à des autopsies ou à des dissections du plus haut intérêt, puis prendre place dans les Collections. Enfin le résultat de ces recherches est publié dans les deux périodiques que possède le Muséum, le *Bulletin* mensuel et les *Archives*, formant chaque année deux volumes enrichis de planches (2).

C'est dans la médiocrité de son budget que l'infériorité de la Ménagerie du Jardin des Plantes se manifeste, quand on la compare aux Jardins Zoologiques de l'étranger.

La Ménagerie des Mammifères et des Oiseaux ne dispose annuellement que de 71.055 fr. pour toutes les dépenses (3) comprenant l'entretien, le chauffage, la nourriture des animaux, les achats de spécimens nouveaux, etc. Si l'on y ajoute le budget de la Ménagerie des Reptiles, — ainsi qu'il convient, puisque ces deux budgets ne sont pas séparés dans les Jardins étrangers, — budget qui s'élève à 9.670 fr. (4), on arrive au total de 80.675 fr. (5). Or, au Jardin Zoologique de Berlin, que je prends comme exemple, la Ménagerie a pu dépenser (en 1905), la somme de 235.466 marks (soit 294.332 francs), ce qui est loin d'avoir épuisé les ressources de l'établissement, car, cette même année (1912) les recettes s'étaient élevées à 865.751 marks (plus d'un million de francs). Le budget de cette Ménagerie est donc trois fois plus élevé que celui de la Ménagerie du Jardin des Plantes.

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes et répondent à toutes les critiques dont la Ménagerie du Muséum s'est vue l'objet de la part de personnes mal renseignées sur les ressources budgétaires dont elle peut disposer.

A ces critiques, je suis heureux de pouvoir opposer l'opinion raisonnée d'un naturaliste américain, très bien placé pour juger les choses sans parti pris, et qui, après une visite à la Ménagerie du Muséum, écrivait tout récemment :

La direction accomplit réellement des miracles avec le budget scandaleusement insuffisant mis à sa disposition, et réussit à entretenir une collection pleine d'intérêt pour le visiteur occasionnel et d'une valeur inestimable pour l'étudiant... (1)

Les bâtiments de la Ménagerie ne sont pas très anciens, puisqu'ils remontent en moyenne à un siècle (1802-1835), mais ils semblent avoir été élevés à la hâte et comme des constructions provisoires. A part la lourde Rotonde, à laquelle on peut reprocher l'excès contraire, presque tous tombent en ruines. Cela tient à ce qu'ils sont bâtis sur un sol très meuble formé des alluvions de la Seine et des marais mal desséchés qui entouraient naguère l'embouchure de la Bièvre, petite rivière absorbée aujourd'hui par un égoût dont la pente est insuffisante, de telle sorte qu'à la moindre inondation, les eaux refluent dans les parties basses du Jardin, notamment dans la fosse aux Ours. Par raison d'économie, sans doute, les fondations de ces bâtiments n'ont pas été poussées jusqu'aux couches tertiaires plus solides, et le sol, miné par des inondations successives, ne soutient plus les murs qui sont lézardés de toute part et menacent de s'écrouler. La Singerie, notamment, est étayée depuis plus de 25 ans ; à l'intérieur le dallage est crevassé et déjeté, de telle sorte que des légions de rats, venant de la Halle-aux-Vins voisine, et qui se renouvellent sans cesse malgré une guerre active, viennent jusque dans les cages chercher pâture, et n'attendent pas que nos pensionnaires soient morts pour les dévorer.

Il y a plus de 20 ans, dans un rapport adressé au Ministre de l'Instruction Publique (2), le professeur A. Milne-Edwards signalait déjà l'état déplorable de cette construction dont les murailles, imprégnées du virus de la tuberculose, résistent à tous les moyens de désinfection, et lui appliquait cette définition significative : « Ce bâtiment, désigné souvent sous le nom de *Palais des Singes*, mériterait plutôt celui d'*Hôpital*, car il réunit les plus mauvaises conditions hygiéniques. »

(1) La vente des animaux *morts* figure au budget de plusieurs d'entre eux.

(2) Les publications de quelques Jardins étrangers ne sont que des « Journaux populaires » ou de vulgarisation, sans caractère réellement scientifique.

(3) Depuis l'époque où ceci a été écrit, ce chiffre a été porté à 90.000 francs.

(4) Actuellement 10.000 francs.

(5) Actuellement 100.000 francs.

(1) « The management really accomplishes miracles with the scandalously inadequate funds at its disposal. and succeds in maintaining a collection full of interest for the casual visitor and of inestimable value for the student... » (*New-York Herald* du 2 novembre 1913. page 2, 4e colonne).

(2) A. Milne-Edwards, *La Ménagerie du Muséum*, 1891.

Dans de semblables conditions, le rôle des gardiens chargés de soigner les animaux, est aussi difficile que compliqué. Cependant ces hommes sont en très petit nombre, 13 au plus, tandis qu'on en compte 32 au Jardin Zoologique d'Anvers, 33 à Berlin et 45 à Londres, pour un service identique, dans des bâtiments neufs et conformes aux exigences les plus modernes de l'hygiène. Encore ce nombre de 13 est-il constamment réduit à 10 ou 11 par les congés hebdomadaires, les maladies ou les appels du service militaire. Le roulement forcé qui résulte de ces absences est des plus préjudiciables à la bonne tenue de service, chaque gardien ayant une manière différente d'opérer ; ces changements de visages et d'habitudes aigrissent le caractère des animaux et les rendent souvent dangereux.

A part ce grave inconvénient, je me hâte de déclarer que, sous le rapport de la propreté et des bons soins donnés aux animaux, la Ménagerie du Muséum n'a rien à envier à celles de l'étranger, et je suis heureux de témoigner ici du dévouement que déploient nos gardiens, dans des conditions aussi défavorables et bien propres à les rebuter.

Une autre préoccupation très grave de la Direction de la Ménagerie, est le renchérissement toujours croissant des produits de consommation servant à l'alimentation des animaux, et particulièrement de la viande. On sait que nos Carnivores ont été nourris de tout temps au moyen de viandes considérées comme impropres à la consommation humaine, et saisies sur les marchés par les Vétérinaires-inspecteurs de la Ville. Or, la gratuité de cette fourniture est un leurre, car la simple manipulation de cette viande revient à un prix élevé.

De plus, par suite des progrès de l'hygiène, la surveillance devenant plus sévère, les viandes malsaines sont apportées en moindre quantité, et nous sommes forcés d'acheter de la viande de de cheval. Pendant les trois mois d'été, c'est une dépense qui atteint souvent près de 100 francs par jour, qui grève lourdement notre misérable budget, et qui nous force, depuis plusieurs années, à demander des subsides additionnels à la Réserve du Muséum.

De plus la faible somme (6.000 francs), inscrite à ce budget pour achat d'animaux est absolument insuffisante, le moindre animal de quelque valeur dépassant, à lui seul, ce chiffre, qui doit suffire en outre à des transports maritimes très coûteux. Un Tigre vaut 4.000 francs, un Rhinocéros 20.000 francs, et ainsi des autres. Restent les dons faits au Muséum.

Il est de tradition dans l'Etablissement de ne jamais refuser un animal offert gratuitement. Il m'est cependant facile de démontrer que certains de ces dons sont pour nous *excessivement onéreux*.

Il est de mode aujourd'hui, pour tout colonial revenant d'Afrique, de rapporter une paire de jeunes lions. Ces animaux, fort gentils tant qu'ils ne dépassent pas la taille d'un jeune chien, deviennent, en grandissant, encombrants et dangereux. C'est alors qu'on les offre au Muséum : sa ménagerie est devenue une sorte d'*Assistance publique* pour les Lions orphelins, abandonnés par leurs parents d'adoption. Par suite, nous sommes depuis plusieurs années, à la tête d'une collection de 12 ou 13 Lions ou Lionnes, mangeant chacun de 6 à 10 kilogrammes de viande par jour, alors que nous n'avons pas un seul Tigre... Cette abondance de Lions a réagi forcément sur leur valeur commerciale : un jeune Lion ne vaut plus que 5 à 600 fr. (1), tandis que le prix d'un Tigre se maintient à 4.000 fr. Et cependant, comme ces Lions sont des dons, jalousement surveillés par leurs donateurs, nous n'avons pas le droit d'en échanger quelques-uns contre le Tigre qui ferait beaucoup mieux notre affaire.

Ici encore, la gratuité du don est souvent plus apparente que réelle, surtout lorsqu'il nous faut rembourser le prix du transport d'Afrique à Paris, comme le Muséum a toujours tenu à honneur de le faire. Récemment, le transport de trois Autruches, du Dahomey en France, nous a coûté 1.800 fr. Or, l'un de ces Oiseaux est mort pendant la traversée, un second a succombé le jour de son arrivée à Paris, le dernier, mal nourri à bord, n'a survécu que peu de semaines. Le don magnifique d'une Girafe et d'un couple de Lions, offerts au Président de la République par le Prince héritier d'Abyssinie, nous a coûté 3.812 fr. pour le transport.

A la fin de ce Rapport, en indiquant les besoins et les desiderata du Muséum, j'aurai l'occasion de revenir sur ces considérations qui sont réellement vitales pour la Ménagerie du Jardin des Plantes.

COMPTE RENDU DE LA MISSION

I. — Belgique

Anvers. — Le Jardin Zoologique d'Anvers, propriété de la *Société Royale de Zoologie* de la Ville, société par actions, administrée par un

(1) Cela a été écrit en 1912, la guerre a fait augmenter considérablement ces prix.

Conseil de cinq membres, est placé sous la Direction du Dr Michel L'Hoest, qui m'y a reçu avec toutes les marques de la plus généreuse hospitalité, et m'a servi de guide dans toutes les parties de l'établissement dont il a la charge.

Ce jardin, qui passe à juste titre pour un modèle du genre, est situé au centre de la ville, entre la gare du chemin de fer et l'une des places principales, ce qui le resserre fâcheusement et lui ôte tout moyen de s'agrandir. Les bâtiments sont vastes et bien appropriés à l'usage auquel ils sont destinés, mais les parcs et les pelouses, si nécessaires à la santé des animaux, n'occupent qu'un espace très restreint.

La place manque à tel point que les magasins et les décharges ont dû être construits en sous-sol, de telle sorte qu'une assez vaste plaine, où se trouvent les Chameaux et les Lamas, semble former le toit de ces magasins. Le terrain, très accidenté dans cette partie du Jardin, a permis cette disposition qui ne nuit pas à la perspective.

Les Anversois sont très fiers de leur Jardin Zoologique et presque toute la classe aisée, faisant partie de la Société, a ses entrées dans l'établissement et en profite journellement dans la belle saison. Les étrangers seuls passent au guichet payant. Au premier abord, et ce fait m'a réellement surpris, on croirait que tout le monde entre librement dans le Jardin. J'ai pu me rendre compte ensuite que le portier qui surveille l'entrée est assez exercé pour distinguer les inconnus des membres de la Société qui lui sont familiers. Les enfants et les jeunes gens y viennent sans leurs parents, et une « plaine » sablée, garnie de tous les agrès d'un gymnase, leur est réservée. Le dimanche surtout, à l'heure de la musique (3 h. 1/2), le Jardin regorge de monde, et 15.000 entrées payantes viennent s'ajouter aux abonnements.

En outre, le Jardin, pourvu du gaz et de la lumière électrique, est ouvert le soir, et ses cafés, son restaurant, ses salles de concerts et de fêtes, son musée, sont visités jusqu'à une heure avancée de la nuit, ce qui accroît encore ses recettes.

Laissant de côté ces attractions diverses, je ne m'occuperai ici que de la partie zoologique.

Je dois remarquer tout d'abord que l'heure du repas des animaux varie pour chaque groupe, un surveillant spécial accompagnant les gardiens au moment de la distribution des aliments. C'est là une excellente mesure, mais qui nécessite un personnel administratif nombreux. Ainsi le repas des Otaries est à 4 heures (en été), celui des Carnivores à 5 heures (ce sont eux qui intéressent le plus le public). D'autres distributions ont lieu le matin.

La *Singerie*, toute en briques, fer et glaces, est un des bâtiments qui m'ont le plus intéressé, car son organisation m'a parue très bien conçue. Elle a la forme d'un ovale très allongé, l'entrée et la sortie étant placées aux deux extrémités. Les portes sont munies d'un couloir en forme d'S, remplaçant les anciens tambours très mal commodes, ce qui évite les courants d'air si dangereux pour les Singes habitués au climat intertropical. C'est un point très important dans un pays où la température descend quelquefois en hiver, jusqu'à 20 et 25° au-dessous de zéro. Même en été on chauffe de manière à maintenir la température à 15 ou 16°.

Le chauffage se fait par une circulation d'eau chaude dont les tuyaux passent sous les cages. Des plaques métalliques trouées, encastrées dans le plancher, permettent à la chaleur de pénétrer dans ces cages. Toutes les cages qui garnissent le pourtour de l'unique salle intérieure, sont très hautes et leur plafond est formé de verre dépoli. Sur la façade (côté jardin) il existe trois grandes cages vitrées demi-circulaires, les deux latérales destinées aux Anthropoïdes, celle du milieu, la plus grande de toutes, servant aux Singes de moindre taille pour s'ébattre en société de leurs semblables, et remplaçant la grande rotonde de notre prétendu *Palais des Singes*. Au milieu de la salle, un kiosque hexagone forme des cages à parois garnies de glaces, destinées aux plus petites espèces de Singes. L'allée de service et la chaufferie sont placées derrière la façade extérieure, et l'on y trouve aussi un certain nombre de cages permettant de laisser reposer quelques jours les sujets récemment arrivés, avant de les mettre sous les yeux du public. Dans toutes les cages on trouve une barre de trapèze fixée dans les parois très solide (8 cm. d'épaisseur), et deux anneaux suspendus. Les portes, permettant le passage d'un homme, sont en forme de grilles, mais garnies d'un double vitrage. Les trois grandes cages ont extérieurement des doubles fenêtres vitrées, en forme de volets.

On ne donne de paille qu'en hiver. En été, les parois des cages, peintes au ripolin blanc ainsi que le plancher, sont lavées tous les jours à la serpillière; de la sciure de bois, que l'on balaie ensuite, sert à sécher ce plancher.

Ce travail est fait par trois hommes, qui ont un jour de repos tous les dix jours.

Au moment de ma visite l'une des grandes cages latérales était occupée par une femelle

Chimpanzée d'âge moyen (peut-être 10 ou 12 ans). Cet animal couche dans un lit, et s'enveloppe de couvertures qu'on lui donne pour la nuit. Je l'ai vu se livrer, en face du public, à une mimique fort expressive, paraissant se lamenter et s'arracher les cheveux, comme une personne en proie au désespoir. M. L'hoëst m'a affirmé que cette femelle cherche réellement à apitoyer les visiteurs, sans doute pour en obtenir quelques friandises.

La collection de Singes que renferme ce bâtiment est très nombreuse et très intéressante, le Directeur ne laissant passer aucune occasion de se procurer des espèces rares ou nouvelles. Parmi ces dernières, je citerai comme ayant été décrites d'après les specimens que l'on voit actuellement au Jardin d'Anvers : *Cercopithecus insignis* Elliot (du Haut-Congo) ; *Cercopitheous denti* Thomas (de l'Ituri), *Cercopithecus petronellæ* Buttikofer (du Congo); une variété de *Cercocebus aterrimus* atteinte d'albinisme incomplet, etc., etc...

Les Antilopes, dont la collection est aussi très variée, sont malheureusement confinées dans une écurie dont les boxes étroites sont disposées en fer à cheval. Une petite prairie est bien annexée à ce local, mais chaque espèce ne peut y être lâchée qu'à tour de rôle, pour éviter les combats meurtriers que ces animaux aux cornes acérées ne manqueraient pas de se livrer. J'ai compté 14 espèces d'Antilopes, parmi lesquelles on remarque un couple de Gnous bleus (*Connochætes taurinus*), un couple d'*Hippotragus niger* de grande taille, un couple d'Antilopes aquatiques (*Adenotæ leche*, Gray), les *Oryx beisa* et *leucoryx*, les *Damalis albifrons* et *pygargus*, deux espèces de la Colonie du Cap, qui ne vivent plus que dans des parcs réservés, même dans leur pays d'origine.

Les Kangourous, dont la collection comprend huit espèces de grande et de moyenne taille, sont réunis dans un bâtiment en forme de hangar, à loges doubles (intérieure et extérieure), mais dans lequel ces animaux ne peuvent guère déployer les qualités de sauteurs qui donnent à leur démarche une allure si particulière. M. L'hoëst estime que les kangourous, au moins sous le climat un peu rude de la Belgique, doivent être toujours tenus dans un local couvert.

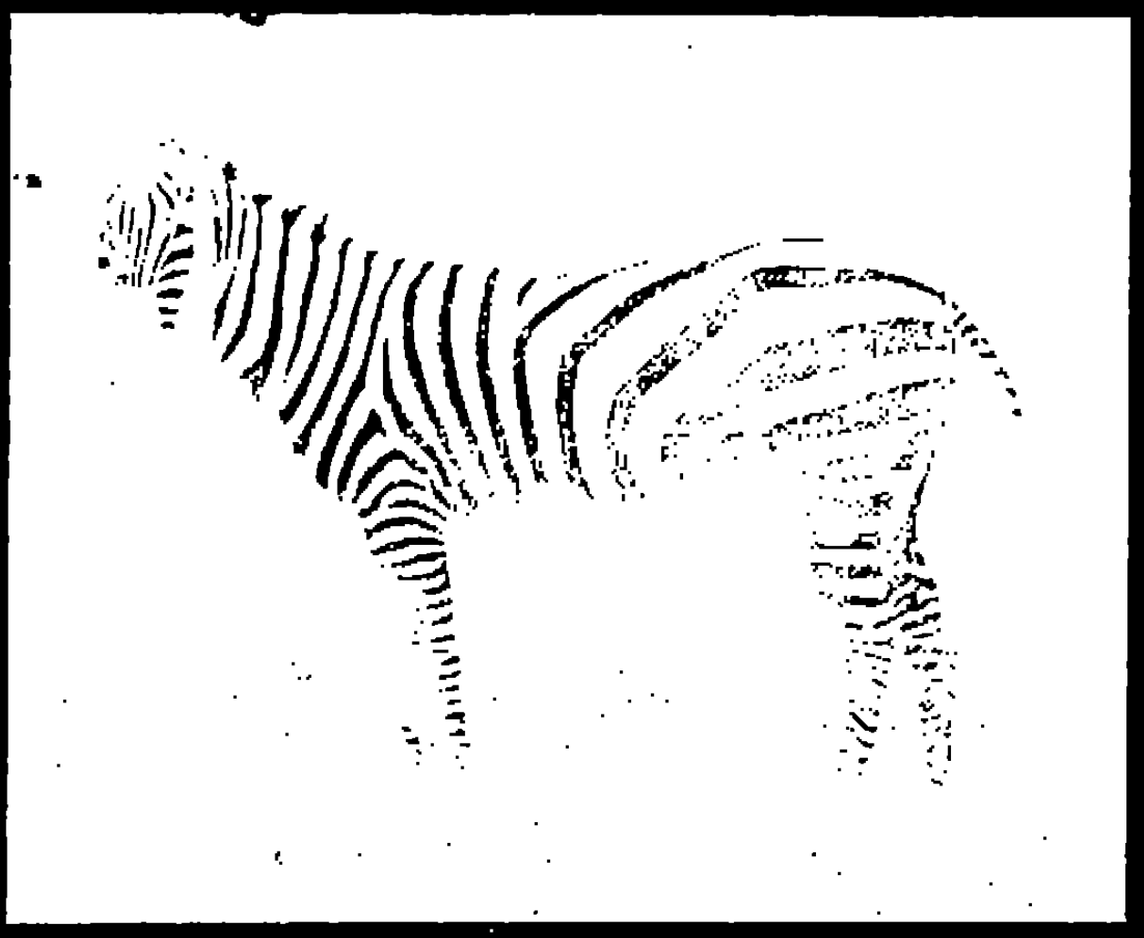


Fig. 53. — Zèbre de Grant, de l'Afrique Nord-Est, a vécu au Jardin des Plantes (Le plus élégant des zèbres)

L'écurie des Bovidés est plus vaste, et ces ruminants ont, pour chaque espèce, un petit enclos à l'air libre attenant à leur loge. On y voit les deux Bisons d'Europe et d'Amérique, représentés chacun par un couple, des Buffles kerabaus blancs d'Indochine, des Gayals et des Gaurs, de grands Zébus de l'Inde, des Buffles d'Egypte, variété domestique du Kerabau asiatique, mais d'un gris clair et à cornes rabattues en arrière des oreilles, bêtes magnifiques que je voyais pour la première fois; enfin le Buffle brun de Sénégambie (*Buffelus planiceros*).

Parmi les Cerfs, dont le parc est voisin, je citerai des Wapiti de l'Amérique septentrionale et un jeune Elan. De grandes Antilopes Cannas

(*Eland* des Anglais), de l'Afrique Orientale, sont placées à la suite.

Les grands Herbivores sont logés dans un « *Temple Egyptien* ». On y remarque un couple de Zèbres de l'Afrique australe (*Equus zebra*), espèce qui commence à devenir rare. Les Zèbres de Grévy, qui sont du Nord-Est de l'Afrique, n'ont pas vécu. Un hybride de Zèbre et de Jument, de Faux-Hémiones (*Equus onager*), de la même espèce que ceux du Muséum de Paris, deux Eléphants et un couple de Girafes, sont logés dans le même bâtiment. Les Hippopotames occupent à eux seuls un édifice très vaste (1).

Le « *Palais des Fauves* » qui sert au logement des Carnivores, est un édifice somptueux, dont le luxe jure avec l'usage auquel il est destiné, et qui contraste avec l'élégante simplicité de la Galerie des Singes, toute de fer et de glace, dont j'ai parlé en commençant. Qu'on se figure une longue et large galerie, qui m'a rappelé les salons de peinture du Louvre, par ses colonnes et ses dorures. Elevée sur un socle de pierre de taille à la hauteur d'un entre-sol, on y accède par deux larges escaliers situés aux extrémités. La loge intérieure de chaque cage donne sur cette galerie, et c'est de ce côté que l'on distribue la nourriture aux animaux. Mais chacune de ces loges communique avec une cage extérieure, formant saillie sur la façade (côté Jardin), et c'est là que les animaux se tiennent de préférence, au moins pendant la belle saison; ces cages forment des encorbeillements arrondis d'un bel effet, et le fond est garni de rochers en ciment armé qui permettent aux animaux de prendre des poses pittoresques. Parmi les Carnivores qui figurent dans ces cages, j'ai remarqué un Lion à crinière noire, par conséquent très âgé, deux Panthères noires, un couple de Guépards, qui malheureusement ne se reproduisent pas, et deux Didelphes assez rares dans les ménageries d'Europe; un Thylacine et un Sarcophile oursin, tous deux d'Australie.

Dans la collection des Oiseaux, dont les cages sont distribuées tout autour du Jardin, il faut citer les Casoars et Emeus (six espèces de la Nouvelle-Guinée et de l'Australie), des Rapaces assez rares tels que le Vautour oricou (*Vultur auricularis*), et surtout l'Aigle d'Adalbert

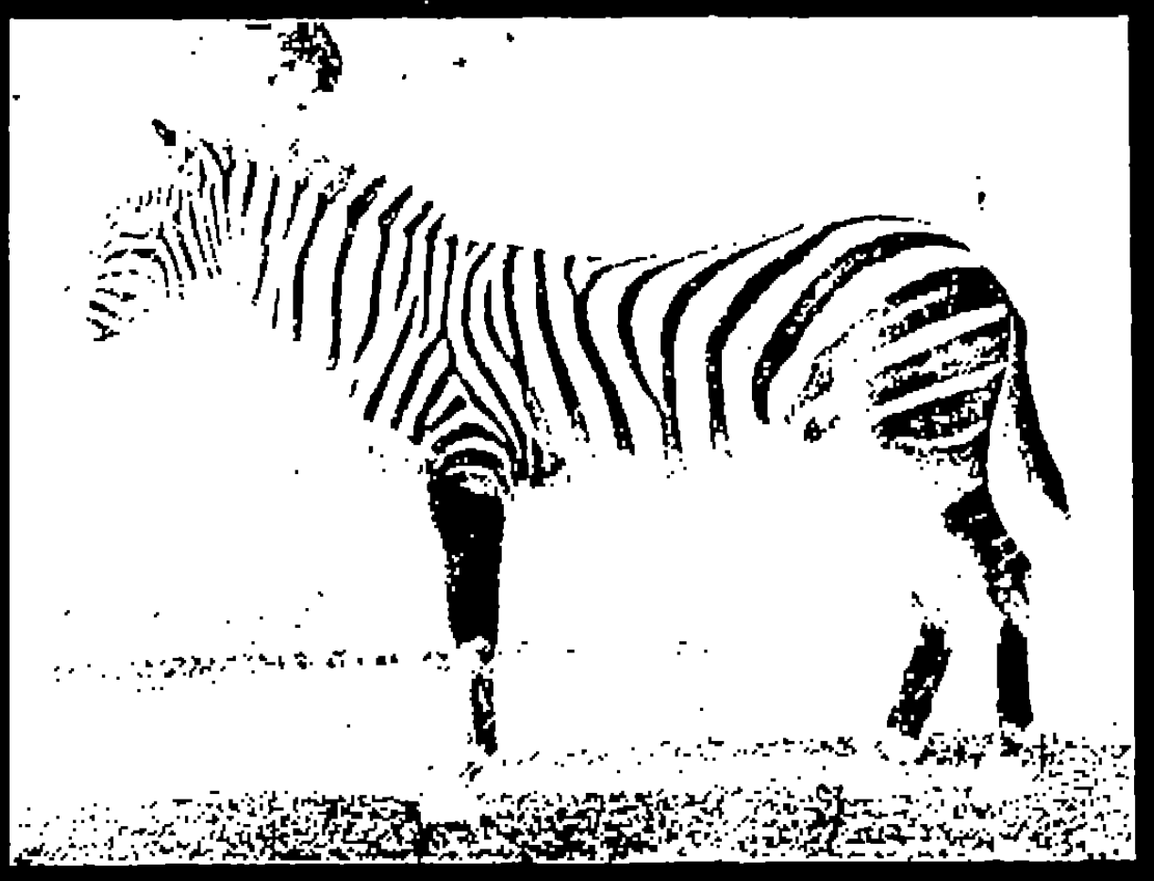


Fig. 51. — Zèbre de Pocock (queue à tous crins), d'Afrique Orientale (Jardin des Plantes).

(1) Si l'on veut avoir des reproductions de ces amphibies, l'expérience de seize années a prouvé à l'auteur de ce rapport, qu'il faut avoir deux loges séparées mais voisines, munies chacune d'un double bassin, l'un pour l'été, extérieur, l'autre pour l'hiver, intérieur chauffé, afin de pouvoir séparer, à volonté, le mâle de la femelle. Au Muséum de Paris, il y a eu, de 1906 à 1920, onze naissances, mais aucun des nouveaux-nés n'a vécu plus d'un mois, le jeune, repoussé par sa mère, blessé par elle et nourri par des Chèvres, ayant succombé aux suites de ses blessures. Il est indispensable d'habituer la femelle à être séparée de son mâle, pendant un ou plusieurs mois, dès sa première parturition, et la principale difficulté consiste à prévoir l'époque de cet événement chez un animal aussi obèse. Le jeune naît dans l'eau et nage immédiatement autour de sa mère ; c'est aussi dans le bassin, et immergé, qu'il tette, venant respirer de temps en temps, à la surface. (*V. C.-R. Acad. des Sciences*, 1907, t. 145, p. 468 et 511).

(*Aquila Adalberti*), qui remplace notre Aigle impérial en Espagne et au Maroc, et qui prend avec l'âge de larges épaulettes blanches du plus bel effet.

J'ajouterai, en terminant, qu'un vétérinaire est attaché à l'établissement et doit faire régulièrement chaque jour une visite au Jardin. Il consulte à l'entrée un tableau où sont indiqués les bâtiments ou parcs où sa présence est désirée. Il fait les autopsies des animaux morts dans un local spécial. En outre, comme le Jardin est autorisé à abattre chez lui les chevaux servant à l'alimentation, le vétérinaire examine la viande et les organes du cheval abattu, avant que ceux-ci puissent être utilisés. — Nous sommes loin, comme on voit, ici, de l'organisation désuète du Muséum de Paris, qui ne dispose normalement que de viandes malsaines, puisqu'elles sont saisies par autorité de police, et qui ne possède pas de vétérinaire attaché à la ménagerie du Jardin des Plantes (1).

En résumé, la Société Zoologique d'Anvers, qui comprend environ 7,800 membres, et dont les recettes annuelles s'élèvent à près d'*un million*, pourrait disposer, *pour son seul Jardin*, d'un budget égal à celui du Muséum qui comprend *dix-neuf* laboratoires différents et deux ménageries.

La vente des animaux, nés au Jardin ou en excédent, figure dans le total (en 1906), pour 286.144 fr.; les cotisations des membres pour 359.789 fr.; la location des restaurants pour 70.762 fr. Il est à remarquer que le Jardin s'est attaché à l'année tous les ouvriers dont il peut avoir besoin, tels que mécanicien, électricien, menuisiers, peintres, plombier, maçon, sellier, de telle sorte qu'aucune réparation n'est à la merci des ouvriers du dehors, comme c'est malheureusement le cas au Muséum de Paris.

On conçoit qu'avec un budget aussi bien doté et un personnel trois fois plus nombreux que celui du Muséum, le Jardin Zoologique d'Anvers puisse mettre sous les yeux du public une collection d'animaux vivants aussi nombreuse que rare.

II. — Hollande

Rotterdam. — Le Jardin Zoologique de Rotterdam, qui occupe une étendue de 13 hectares, est placé sous la direction du Dr Büttikofer, bien connu par la mission scientifique qui lui a fait passer trois ans au Libéria, et qui fut très fructueuse pour la connaissance des productions naturelles de cette région de l'Afrique Occidentale.

M. Büttikofer aime les animaux et se fait aimer d'eux; tous ses pensionnaires le connaissent. Il faut le voir caresser une Hyène rayée d'Afrique qui vient se frotter aux barreaux de sa cage, pour lui faire fête, comme le chien le plus docile. Cet animal, d'ailleurs, nourri de viande fraîche et non de cadavres en décomposition, ne répand aucune mauvaise odeur.

La caractéristique de ce Jardin, c'est qu'il présente dans son milieu un vaste étang, et au centre de cet étang une île, plantée de grands arbres, où s'est installée une nombreuses colonie de Hérons gris. A l'époque de notre visite (Juillet), ces Oiseaux en étaient déjà à leur deuxième couvée, et la plus grande activité régnait parmi ces échassiers occupés de nourrir leurs petits, en allant pêcher dans les cours d'eau voisins.

Malgré son peu d'étendue, ce Jardin renferme des collections très intéressantes pour le naturaliste.

La *Galerie des Singes* présente quelques particularités qui la distinguent. Les glaces, que nous avons vues à Anvers sur le devant des cages, sont remplacées ici par un double grillage qui relie les barreaux. Un second grillage (à mailles de 7 cm. de largeur) tient les visiteurs à distance et les met à l'abri des morsures. Nous y avons remarqué un jeune Orang roux, deux Chimpanzés, puis *Semnopithecus kelaarti* (de Ceylan), *Cercopithecus martini* et *Cercocebus aterrimus* (tous deux d'Afrique), *Macacus ocreatus* (de Célèbes), et enfin le joli Ouistiti léoncito (*Chrysothrix rosalia* [L]), d'un jaune doré, la face encadrée d'une crinière léonine, espèce que nous n'avions jamais vue vivante. Dans cette même galerie, on avait placé un curieux édenté du groupe des Bradypes (*Cholœpus didactylus*) et un Opossum d'Amérique (*Didelphys virginianus*).

Parmi les Herbivores, je signalerai un Eléphant de Sumatra, espèce bien distincte et que l'on voit rarement dans les ménageries; plusieurs espèces de Sangliers d'Asie ou de Malaisie. (*Sus oï, Sus vittatus, Sus verrucosus*), un *Dicotyles tajassu*. Un *Asinus somalicus* et un *Asinus africanus* (?), ce dernier, qui semble avoir été capturé à l'état sauvage, n'a pas les jambes rayées comme les ânes de l'Afrique orientale, mais on ignore sa provenance; un Zèbre de Burchell avec son jeune; un couple d'Antilopes Cannas avec leur jeune; un *Cervus Kuhli* (de Java); enfin des Buffles d'Egypte qui sont noirs ici.

(1) Depuis l'époque où ce Rapport a été rédigé, un Vétérinaire a été attaché à la Ménagerie du Muséum de Paris.

Parmi les Carnivores, je signalerai une Lionne allaitant trois petits, deux Tigres, deux Jaguars, deux Pumas, un *Felis Temmincki* (de l'Himalaya), un *Cuon alpinus* (de l'Asie centrale), et enfin un Viverridé d'assez forte taille, non dénommé, mais que je n'ai pu déterminer, n'ayant pas sous la main les livres nécessaires.

Le groupe des Ours est bien représenté par un couple d'Ours américains (*Ursus americanus*), un *Ursus horribilis*, et les *Ursus maritimus*, *U. malayanus*, et *Melursus ursinus* que l'on voit dans toutes les ménageries.

La galerie des Reptiles, qui renferme aussi des Amphibiens et des Poissons, nous montre des Pipas, deux gros Silures, et quelques Insectes, tels que les Bacilles et des *Ateuchus sacer*.

La galerie des Oiseaux est riche surtout en Passereaux exotiques, parmi lesquels nous avons remarqué quelques espèces rares et d'assez grande taille de la famille des Cotingas.

Amsterdam. — Le Jardin Zoologique d'Amsterdam est un des plus grands et des mieux tenus, parmi ceux que j'ai visités. Il est sous la direction du Dr C. Kerbert. Au moment où je me suis présenté, le Directeur présidait au déballage d'une Girafe, provenant de la Rhodesia (Afrique australe), par l'entremise de marchand naturaliste L. Rühe, d'Alfeld, près Hanovre. Cette Girafe, qui n'a pas encore atteint toute sa taille, a été payée 5.000 florins (plus de 10.000 fr.). Elle était accompagnée d'un gardien devant la soigner pendant le voyage, et qui resta huit jours à Amsterdam, afin d'indiquer son régime au gardien appelé à lui succéder : mesure excellente et qui devrait être adoptée partout, lorsque la chose est possible.

Le Jardin est très riche en Singes Anthropoïdés, et la façon dont ils sont présentés au public, est des plus originales, et constitue une des grandes attractions de l'établissement. On peut y contempler un Orang mâle de Sumatra, âgé de plus de huit ans, à tête allongée, sans protubérances aux joues, mais pourvu d'une barbe assez fournie; puis, trois Orangs roux jeunes; cinq Chimpanzés ordinaires, à face couleur de chair et un Tschego à face noire.

Le premier de ces animaux, qui semble déjà très robuste, est le seul que l'on tienne enfermé, son caractère étant devenu difficile avec l'âge. Les autres sortent tous les jours, vers 2 heures, dans la belle saison. On les mène sur une pelouse, au centre du Jardin, où ils peuvent s'ébattre en liberté, sous la surveillance de leur gardien, à la grande joie des enfants qui accourent à cette heure pour leur apporter des friandises. Ils font un repas, assis gravement autour d'une table, et le gardien a soin de mettre en réserve quelques gateaux dans le tiroir de cette table. Tout en jouant, Orangs et Chimpanzés ouvrent ce tiroir pour s'emparer d'un gateau, oubliant régulièrement de le refermer. Sur un arbre placé au milieu de la pelouse, un des Orangs a commencé devant nous à bâtir un nid, avec des branches feuillues mises à sa disposition; mais un de ses camarades est bien vite venu défaire son ouvrage. Le Tschego à face nègre, bien qu'il soit le plus petit de tous, déploie une intelligence, une activité et une malice supérieures à celles des autres Chimpanzés, aussi est-il le favori du jeune public qui entoure la pelouse. D'ailleurs, son allure même en marchant est différente de celle des Chimpanzés ordinaires, et l'on ne peut douter qu'il soit d'une espèce différente.

Le bâtiment de la Singerie, sans être aussi remarquable que celui d'Anvers, est bien disposé; les cages sont grandes et les animaux qui les occupent ont de l'air et de la lumière. Le chauffage se fait par l'eau chaude, au moyen de tuyaux qui passent sous le plancher métallique des cages, et de radiateurs. Parmi les pensionnaires de cette Singerie, je citerai seulement, outre les Orangs, un Gibbon siamang, des Ouistitis pinche et à mains rousses, un Sajou à front blanc, un Cercocèbe nouveau (*Cercocebus hagenbecki*), une femelle de *Semnopithecus maurus* (de Java) allaitant son petit, etc.... On maintient constamment la température à 15°.

La galerie des Animaux féroces nous montre une disposition très bien étudiée. Le plancher des cages, qui est en chêne, présente une pente assez accusée pour que l'eau servant aux lavages s'écoule rapidement dans une gouttière placée au devant des grilles; les tuyaux de chauffe passent au-dessous de cette gouttière. Au fond des loges, on aperçoit les portes par où l'on entre pour le nettoyage, et qui servent aussi pour le passage des aliments. Ce bâtiment est une galerie vitrée avec plusieurs portes qui permettent de régler l'entrée de l'air suivant la saison. On y remarque quatre Tigres provenant du Continent asiatique et des îles Malaises, des Lions à crinière noire, deux Lynx d'Europe, un *Cuon javanicus*, un Dingo atteint d'albinisme imparfait, un *Paradoxurus musanga*, etc.

Les herbivores sont très bien représentés par une grande femelle de l'Eléphant des Indes et trois autres sujets plus petits. La femelle, placée sous la direction d'un gardien, toujours le même, est très bien dressée : à l'invitation de cet homme

elle danse, salue, se cabre; elle ramasse avec sa trompe les piécettes de monnaie qu'on lui jette et les remet au gardien, etc.

Les autres Ongulés sont deux Hippopotames, un Sanglier de l'Inde (*Sus vittatus*), un couple d'*Asinus africanus* à jambes non bandées, avec leur jeune, deux Zèbres de Grévy, un Zèbre de l'Afrique australe (*Equus zebra*), un Zèbre de Burchell. Parmi les Ruminants on remarque un Anoa depressicorne, un Bison d'Amérique, un Buffle, un *Hippotragus niger*, etc.

Les Rongeurs ont trois espèces d'Agouti (*A. aguti, A. prymnolopha, A. punctata*), un Paca, des Viscaches nées dans le Jardin, des Lièvres de Patagonie (*Dolichotis*), et des *Lièvres variables* des montagnes de Suisse (*Lepus varronis*), qui se sont reproduits. Les marsupiaux sont représentés par des Kangourous variés, entre autres *Bettongia lesueuri*, le *Phascolomys latifrons*, etc.

Le « Palais des Oiseaux », car cet édifice mérite ce nom à plus juste titre que notre vieux Palais des Singes, est une construction très bien conçue, qui rappelle la maison des Singes d'Anvers. C'est une longue galerie, s'ouvrant aux deux extrémités, chauffée par une circulation d'eau chaude, et toute en briques, fer et glaces. A l'intérieur, on voit, du côté qui s'adosse à la clôture du Jardin, une longue suite de cages de moyenne dimension. L'autre côté, celui qui regarde le Jardin, est occupé par une vaste cage, couvrant toute la longueur de la façade, permettant aux Oiseaux de voler librement et de passer de la galerie intérieure à trois grandes cages arrondies qui forment saillie sur la façade, celle du milieu étant un peu plus grande que les deux autres.

La collection des Oiseaux qui occupe ce monument est incontestablement une des plus belles et des plus riches existant sur le Continent. Il serait fastidieux d'en donner la liste complète. Je me contenterai de dire que la faune européenne y est largement représentée. Parmi les Oiseaux exotiques, on remarque une belle série de Loris, au plumage rouge et bleu, un Lori chocolat (*Eos fuscata*), couleur très rare chez les Perroquets, l'*Eclectus pectoralis* dont le mâle est vert et la femelle rouge, de nombreux Perroquets d'Amérique et d'Australie, des Vazas de Madagascar, des Toucans et des Calaos, des Mainates (*Eulabes javanensis*), un Moqueur (*Mimus polyglottus*) de l'Amérique du Nord, des Touracos, un Cariama et un *Chunga Burmeisteri*, deux espèces de Goura, enfin un Paradisier (*Paradisea apoda*), oiseau assez triste en captivité.

Fig. 53. — Zèbre de Chapmann femelle et son poulain d'Afrique Sud-Est (Jardin des Plantes).

Les étiquettes portent, non seulement les noms, mais la figure de l'Oiseau peinte sur métal à l'aquarelle et protégée par une plaque de verre. Ces aquarelles faites par une personne attachée au Jardin, sont d'un excellent effet et permettent aux visiteurs d'identifier les milliers d'Oiseaux qui changent continuellement de place dans la volière.

Les Echassiers vivent en liberté dans le Jar-

din, au bord de deux grands étangs séparés par un pont, mais entourés d'une grille à hauteur d'appui et dont le haut s'incurve en dedans. Cette disposition suffit pour empêcher les Oiseaux de s'échapper, une de leurs ailes étant liée de manière à ce qu'ils ne puissent s'envoler.

Un Aquarium, très riche, contient en particulier des Anatifes, des Actinies, etc.

Enfin un musée, ne renfermant que les Animaux de la Hollande, complète l'établissement.

Je ne dois pas oublier de mentionner la collection des Insectes vivants, qui renferme des Fourmilières naturelles et artificielles, des Bacilles, des Insectes-Feuilles, des Papillons avec leurs larves et leurs chrysalides, etc.

E. TROUESSART,
Professeur au Muséum national d'histoire naturelle.

(*A suivre.*)

REVUE INDUSTRIELLE

LA TÉLÉPHOTOGRAPHIE

1. *Définition de la téléphotographie.* — On donne le nom de *téléphotographie* aux procédés imaginés pour la transmission et la reproduction à grande distance des photographies. Le problème de la téléphotographie, qui peut être considéré à l'heure actuelle comme résolu d'une manière vraiment pratique, n'est qu'un jalon posé en vue de la solution d'un problème plus général et plus grandiose : la *vision à distance*. De même que la téléphonie nous permet d'entendre les sons de très loin, il est permis d'espérer que, dans un jour prochain, la *télévision* nous permettra de percevoir, à très grande distance, les sensations lumineuses, et de les fixer sous la forme d'une photographie pour laquelle la plaque réceptrice sera à des centaines de lieues de l'objet. Après les progrès réalisés dans la téléphotographie, cette perspective n'a rien d'invraisemblable.

2. *Les précurseurs.* — Il y a déjà bien longtemps, entre 1856 et 1865, Caselli et Meyer réussirent à transmettre à distance, sinon les photographies, du moins les dessins.

L'abbé Caselli donna à son appareil le nom resté classique de *pantélégraphe*. L'appareil était une sorte de machine à copier mécanique dont voici sommairement le principe : au poste transmetteur et au poste récepteur se trouvait un pendule faisant quarante oscillations par minute; les deux pendules, animés de mouvements synchrones, étaient munis d'un style inscripteur; à chaque fois que le style du poste transmetteur rencontrait les lignes en relief tracées sur le modèle à reproduire, le courant se fermait dans le circuit de ligne et le style du poste récepteur traçait, sur une feuille sensibilisée au cyanure de potassium et de fer, un trait correspondant et d'égale longueur : d'où la possibilité de reproduire ainsi des dessins au trait.

Meyer, employé des télégraphes français, imagina un dispositif un peu différent comprenant encore deux pendules synchrones munis chacun d'un style. La dépêche était écrite au départ sur un papier métallisé. Toutes les fois que le style du pendule transmetteur rencontrait une partie métallique, le courant passait dans la ligne et actionnait le style du pendule récepteur, qui inscrivait ainsi, à l'encre grasse, le négatif de la dépêche sur un papier enroulé autour d'un cylindre.

La méthode conçue par Caselli et Meyer constitue le principe de tout un groupe de dispositifs téléphotographiques. La photographie à transmettre est transformée en une photographie en relief qui permet de produire commodément des variations dans l'intensité d'un courant. Ces variations sont ensuite utilisées au poste récepteur, non pour actionner un style, comme le faisaient Caselli et Meyer, mais pour masquer ou démasquer une source lumineuse qui, placée devant une plaque photographique, donne sur celle-ci une impression plus ou moins profonde suivant qu'au poste transmetteur l'action a été produite par un relief plus ou moins accusé.

Un deuxième groupe de procédés est basé sur les propriétés photoélectriques du sélénium.

Nous décrirons seulement les diverses phases des appareils étudiés par M. Edouard Belin dont il a été récemment question à l'Académie des Sciences, et qui appartiennent au premier groupe de dispositifs téléphotographiques.

3. *Premiers dispositifs de M. Belin* (1908). — Les différents dispositifs téléphotographiques imaginés par M. Edouard Belin sont basés sur le principe suivant : on convertit les différences de relief (proportionnelles aux variations de teinte) d'une épreuve photographique sur gélatine bichromatée, en fluctuations de courants électriques qui, à la station d'arrivée, seront transformées en variations lumineuses susceptibles d'être inscrites sur une plaque sensible.

On sait que la gélatine présente la propriété de se gonfler dans l'eau. La gélatine *bichromatée* perd cette propriété sous l'action de la lumière, et cela à un degré qui dépend de la quantité de lumière absorbée. D'où un moyen d'obtenir un relief dont les saillies les plus fortes seront les noirs de l'épreuve, dont les creux constitueront les blancs, tandis que les demi-teintes se traduiront par des hauteurs intermédiaires liées à la nuance de la teinte.

Le cliché en relief A, tiré sur gélatine bichromatée (fig. 56), est enroulé sur un cylindre C qui tourne en regard d'une pointe de saphir appartenant à un style solidaire d'un levier. Ce levier, articulé à son extrémité supérieure, se termine vers le bas par une roulette de contact susceptible de glisser le long d'un rhéostat spécial R. Le rhéostat R comprend 20 lames d'argent isolées par 19 lames de mica; l'ensemble de ces

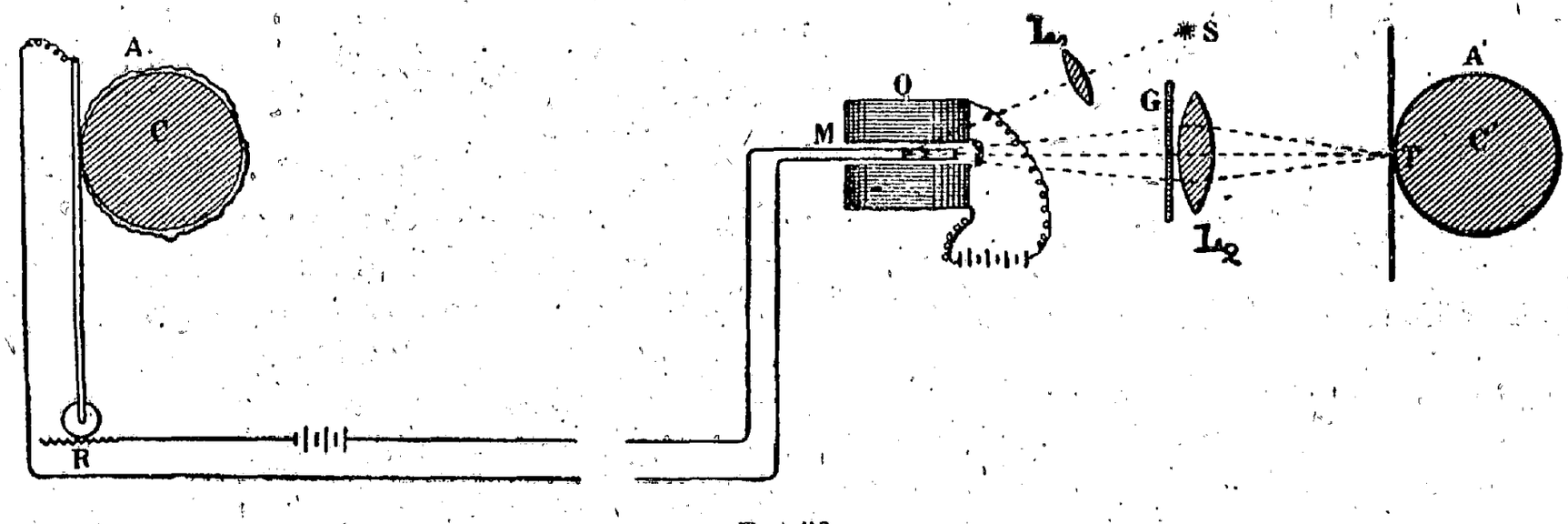


FIG. 56.

39 pièces a une épaisseur totale de 3,5 millimètres. Les lames d'argent communiquent chacune avec les bobines d'une boîte de résistance analogue à celle qu'on emploie dans la pratique courante des laboratoires. Par l'intercalation successive de ces bobines on peut réduire progressivement l'intensité du courant qui traverse la ligne.

Le cylindre, en tournant, se déplace suivant son axe, de façon que le style explorateur parcoure l'épreuve suivant une hélice dont les branches successives sont distantes de 1/6 de millimètre seulement.

Or l'incursion du style, qui entraîne celle de la roulette de contact fixée à l'extrémité du levier, est proportionnelle aux hauteurs du relief. Elle dépend donc des nuances de l'épreuve à transmettre. Comme, d'autre part, cette incursion détermine la valeur de la résistance insérée dans la ligne télégraphique, on conçoit que les teintes des différentes parties de l'épreuve vont se traduire par des fluctuations d'intensité du courant qui traverse le circuit.

Il s'agit, à la station d'arrivée, de reconvertir ces fluctuations électriques en variations lumineuses susceptibles d'être fixées par la photographie. A cet effet, le poste récepteur comporte un galvanomètre très sensible O (oscillographe Blondel), indiquant très rapidement les plus faibles variations du courant par des déviations proportionnelles aux intensités. Le rayonnement d'une lampe Nernst S est concentré par un système optique sur le miroir M du galvanomètre. Le miroir renvoie le rayon, à travers une ouverture circulaire T de 1/6 de millimètre de diamètre pratiquée dans une boîte entourant le cylindre récepteur C', sur la pellicule ou le papier photographique A' qui y est enroulé.

Supposons que le cylindre transmetteur et le cylindre récepteur marchent synchroniquement. Le fonctionnement de l'appareil est alors le suivant :

Le cylindre C étant en mouvement, les reliefs de l'image du poste transmetteur impriment au style, et par là, à la roulette de contact, des incursions continuelles. Quand, dans ces incursions, la roulette se trouve en contact avec l'une des extrémités du rhéostat, toutes les lames de ce dernier étant du même côté, aucune résistance supplémentaire n'est intercalée dans la ligne, et l'intensité du courant est maxima. Pour la position contraire de la roulette, toutes les résistances s'ajoutant à celle de la ligne, l'intensité est minima, tandis que, pour les positions intermédiaires, le courant prend une intensité qui dépend de cette position.

Au poste récepteur, les variations du courant de ligne impriment au miroir du galvanomètre des déviations successives très rapides proportionnelles aux intensités du courant. Le faisceau lumineux réfléchi par le miroir oscillera à son

tour de droite à gauche, du centre au bord de la lentille. Comme la pellicule sensible, frappée par le faisceau lumineux qui traverse le trou de 1/6 de millimètre de diamètre, se trouve disposée au foyer conjugué du miroir par rapport à la lentille, le trou est continuellement éclairé. Si l'on ne prenait pas d'autre précaution, le faisceau lumineux produirait une impression uniformément noire, indépendante de la déviation du miroir. Mais on interpose, devant la lentille, une *gamme de teintes* G constituée par un écran dont l'opacité croît du centre au bord de la lentille.

Quand le faisceau lumineux tombe au centre de la lentille, la transparence de l'écran, qui est absolue à cet endroit, ne produit aucune extinction de lumière, et l'impression lumineuse se manifeste par un noir photographique. Lorsque le même faisceau frappe, au contraire, le bord de la lentille, où l'écran est d'une opacité absolue, l'extinction complète de la lumière donne un blanc. Pour des positions intermédiaires du faisceau réfléchi, l'extinction de lumière et, par là, l'effet photographique, sont proportionnels à la déviation du miroir (proportionnelle à son tour aux fluctuations électriques et aux variations de nuances de la photographie à transmettre), de façon à reproduire, élément par élément, l'image de la station de départ. Cette image donne, parfaitement conformes à l'original, tous les détails dont les dimensions atteignent ou dépassent 1/6 de millimètre.

4. *Perfectionnements de* 1912. — L'appareil précédent est loin d'être parfait. L'inertie du levier, ainsi que les mouvements vibratoires qu'il subit, entraînent des imperfections trop graves pour être négligées. De plus l'emploi du rhéostat présente un inconvénient sérieux : l'intensité du courant transmis par la ligne demeure constante lorsque le levier parcourt une des lames du rhéostat ; mais, pour passer, par exemple, du noir au blanc, le levier doit parcourir vingt lames, donnant vingt courants différents, qui se traduisent, à l'arrivée, en vingt teintes plates différentes. Il importait, au contraire, d'obtenir des teintes allant du noir au blanc sans transition, sans échelle de tonalités.

Le rhéostat primitif a fait place, dans l'appareil de 1912, à une sorte de rhéostat microphonique, appelé *rhéomicrophone*, constitué par une petite boîte rectangulaire pourvue d'une plaque de charbon portant, en son centre, une pointe exploratrice. Cette pointe se déplace de manière à suivre les reliefs de la pellicule bichromatée et imprime des vibrations à la plaque de charbon qui lui est liée.

Or le fond de la boîte est constitué par une glace G (fig. 57) portant dix pointes de charbon C, C_1, C_2, C_3,... isolées les unes des autres, inégalement rapprochées de la plaque vibrante supérieure, et reliées avec le circuit téléphonique par l'intermédiaire de résistances croissantes R_1, R_2, R_3,... L'une d'elles, C, est en contact permanent avec la plaque.

La transmission s'effectue alors de la manière suivante : normalement le courant de la batterie traverse toutes les résistances et son intensité est faible. Mais quand la pointe du rhéomicrophone gravit un relief peu accusé de la gélatine bichromatée, elle établit un contact entre la plaque de charbon et la pointe la plus rapprochée, C_1 par exemple ; le courant de la batterie trouve un chemin direct pour se rendre dans la ligne à partir du charbon C_1 ; la résistance R est mise en court-circuit et un courant,

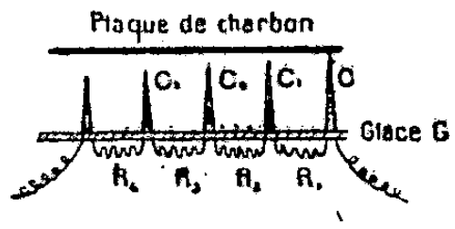


FIG. 57

faible il est vrai, puisqu'il aura franchi tout de même 9 résistances, est envoyé sur la ligne. Si la pointe exploratrice franchit un relief maximum le contact s'établit avec le charbon C_{10} et toutes les résistances étant mises hors circuit, la totalité du courant sera envoyée dans la ligne.

La pression des pointes contre la plaque influe également sur l'intensité du courant et en rend les variations plus continues.

5. *Modèle récent de* 1922 (1). — Le poste de transmission comprend toujours un cylindre métallique autour duquel est enroulée l'épreuve à transmettre, tirée sur papier à la gélatine bichromatée. Contre le cylindre s'appuie une pointe placée à l'extrémité d'une lame flexible portant, du côté opposé, une saillie arrondie en contact permanent avec le centre de la membrane d'un microphone spécial.

Ce microphone doit, en effet, avoir une origine rigoureusement fixe, des résistances intérieures toujours semblables pour les mêmes pressions et sa construction doit permettre de l'employer, en régime permanent, sous une inten-

(1) Voir C. R. de l'*Académie des Sciences*, 6 mars 1922.

sité relativement élevée. Sur une plaque de fond en charbon est fixée une feuille de mica percée, excentriquement, d'une seule ouverture circulaire de $\frac{11}{10}$ de millimètre environ, où est logé un seul granule de charbon dont le diamètre est de $\frac{5}{10}$ à $\frac{10}{10}$ de millimètre. Contre lui s'appuie la membrane montée sur le boîtier de manière à l'immobiliser complètement. Dans ces conditions, l'instrument est très sensible et les variations de sa résistance intérieure sont pratiquement proportionnelles aux variations de pression.

Le microphone étant relié à la ligne, et le cylindre portant l'épreuve en relief tournant d'un mouvement uniforme en se déplaçant parallèlement à son axe, les reliefs exercent des pressions variables sur la membrane, et l'intensité du courant télégraphique traduit exactement les variations de transparence du cliché original.

Les variations du courant de ligne sont toujours décelées, au poste récepteur par un oscillographe Blondel.

La source lumineuse doit être punctiforme et rigoureusement constante. On se sert, pour cela, d'une petite lampe à arc en vase clos dont le pôle positif est constitué par une sphère métallique ; en avant d'une première lentille condensatrice est placé un diaphragme devant lequel se trouve, immédiatement, une seconde lentille L formant objectif. L'image réduite de la sphère lumineuse se produit exactement sur le miroir M de l'oscillographe, l'image du diaphragme se trouvant elle-même reportée très au-delà, sur le faisceau réfléchi ; le tout est disposé pour que ce dernier soit dans un plan horizontal. A l'endroit où se forme l'image du diaphragme, le faisceau réfléchi rencontre une lentille convergente aplanétique L_2 et forme ainsi, au delà de cette lentille, en un point T, l'image du miroir. C'est en ce point T que passent, suivant une hélice identique à celle que décrit la pointe exploratrice de transmission, la surface photographique sensible (pellicule ou papier) destinée à enregistrer l'image réceptrice. La lumière tombe d'ailleurs sur la surface par un tube fermé par une plaque d'argent, où est pratiqué un trou de diamètre égal au pas de l'hélice.

Immédiatement en avant de la lentille L_2, est placé un écran de verre d'opacité croissante, allant de la transparence parfaite au noir absolu. Si, en shuntant le galvanomètre, on a convenablement réglé l'écart maximum du faisceau réfléchi, le spot tombe, pour chaque déviation du miroir, sur une région déterminée de cette *gamme de teintes* G, et la lumière que reçoit la préparation photographique est, par suite, proportionnelle à l'intensité du courant transmis. On conçoit aisément qu'en retournant la gamme de teintes ou en employant une gamme double symétrique, on puisse obtenir à volonté, à la réception, une épreuve positive ou négative.

Le synchronisme des appareils est assuré par la méthode de remise à l'heure.

Lorsqu'il s'agit de transmettre seulement des tracés au *trait* ne comportant que du noir ou du blanc (dessins, écriture, etc.), le microphone de transmission est remplacé par un interrupteur constitué par une équerre rigide, contre laquelle s'appuie une mince lame à ressort. Cette lame porte à son extrémité la pointe exploratrice, et le tout est fixé dans une monture rigide, avec deux vis micrométriques, dont l'une a pour but d'avancer ou d'éloigner tout le système interrupteur et dont l'autre permet de régler la sensibilité de l'instrument en armant plus ou moins la lame flexible par le recul ou l'avancement de l'équerre.

Le passage des traits en relief actionne l'interrupteur et provoque l'émission brusque du courant sur la ligne. La batterie qui le fournit est accompagnée d'une résistance pour éviter sa mise en court-circuit.

A la réception, la gamme de teintes est remplacée par un diaphragme rectangulaire à joues d'écartement variable et dont le rôle est de permettre à la lumière de traverser la lentille ou bien de l'en empêcher. Là encore la position du diaphragme permet d'obtenir à volonté, soit une épreuve positive, soit une épreuve négative.

L'appareil peut être rendu réversible et être à volonté utilisé comme transmetteur ou comme récepteur. Mais les nécessités du reportage ont amené M. Belin à réaliser un type d'appareil seulement transmetteur tout à fait portatif. Il a l'aspect et les dimensions d'un phonographe et a permis (fig. 58), depuis quelques mois, à des reporters d'un grand journal parisien, de transmettre soit de France, soit de l'étranger, sous le nom de *Belinogrammes*, des photographies d'actualités immédiates.

Indépendamment de nombreux essais réalisés depuis plusieurs années en France, sur divers circuits de l'administration des P. T. T. et sur la ligne particulière de M. Belin reliant ses laboratoires de Paris et de Lyon, il convient de mentionner les expériences suivantes :

a) Transmission de textes et de photographies le 14 novembre 1920 entre New-York et Saint-

Louis, première transmission de ce genre effectuée en Amérique ;

b) Transmission d'empreintes digitales, de textes chinois et japonais, dont les caractères extrêmement nombreux ne se prêtent pas à la transmission télégraphique ordinaire.

6. *Transmission de l'écriture et des dessins par T. S. F.* — Dans une note récente (1), M. E. Belin décrit comment il a pu réaliser la transmission téléphotographique sans fil de l'écriture et des dessins. Pour arriver à de bons résultats, il a dû résoudre deux séries de problèmes relatifs, les uns à l'émission et à la réception des signaux, les autres à la synchronisation des appareils des deux postes.

M. Belin a utilisé les ondes entretenues pour la transmission, sans rien changer aux dispositions ordinaires : les manipulateurs des stations étaient simplement manœuvrés par des relais actionnés, eux-mêmes, par le traducteur des transmetteurs habituels. A la réception, il a substitué, au téléphone, un galvanomètre enregistreur (oscillographe ou galvanomètre à corde) en amplifiant d'abord, dans le cas des transmissions à très grande distance, les courants à basse fréquence.

Pour la synchronisation, on règle la vitesse des appareils transmetteurs et récepteurs par des horloges dont les différences de marche sont pratiquement négligeables pendant la durée d'une transmission et, pour rendre leurs mouvements de même phase, on leur fait émettre des signaux périodiques spéciaux au moment de leur mise en route; leur périodicité permet de les distinguer nettement dans un téléphone et, à l'aide d'un dispositif mécanique, on peut donner à volonté un mouvement d'avance ou de retard à l'un des deux, de manière à faire coïncider les signaux émis par eux.

Une première expérience a été tentée en juin 1921, à la station Lafayette de la Croix-d'Hins. Un des transmetteurs portatifs installé au Central Radio de la rue Froidevaux commandait, *par fil*, la station Lafayette, et celle-ci émettait des ondes qui étaient enregistrées au laboratoire de Malmaison. Les résultats ont été des plus satisfaisants.

La seconde série d'expériences a eu lieu en juillet et août 1921, entre l'Amérique et la

Fig. 58

France. La transmission était faite de la station de la Marine américaine d'Annapolis à la station de Malmaison, où la réception se faisait sur antenne connectée à un amplificateur à lampes. C'est ainsi qu'a été reçu de manière tout à fait satisfaisante, un premier message téléphotographique dans la nuit du 4 au 5 août. Ce radiotélégramme est le premier qui ait été lancé par dessus l'Atlantique.

La troisième série d'expériences a été effectuée en octobre 1921. Le poste de réception de la Marine américaine a reçu des messages autographiques envoyés de France. Comme pour les premiers essais, l'appareil transmetteur était à Paris et commandait, par fil, la station radio de Croix-d'Hins.

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

(1) Voir *C. R. de l'Académie des Sciences*, 19 juin 1922.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Origine des astéroïdes. — Un groupe de petits corps, connus sous le nom d'astéroïdes, ou de petites planètes, tourne autour du Soleil entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter. On en connaît aujourd'hui mille environ et peut-être de futures découvertes augmenteront-elles ce chiffre. En effet, on ne peut pas conjecturer le nombre total des corps de ce genre qui existent dans notre système solaire. Les orbites des astéroïdes sont en général planétaires, c'est-à-dire que les excentricités des ellipses et les inclinaisons de leurs plans sur ceux des planètes sont petites, sauf un très petit nombre d'entre elles, qui sont plutôt semblables à celles des comètes périodiques.

M. Hirayama étudie dans *Scientia* (juin 1922) l'origine de ces astéroïdes. Plusieurs hypothèses ont été proposées :

1° Suivant l'hypothèse nébulaire de Laplace, un anneau composé de petites particules se détache d'abord du corps central, et ces particules s'unissent ultérieurement pour former une seule planète ou un seul satellite. Le système des astéroïdes est supposé s'être formé de la même manière que l'anneau mais, par suite de l'action disruptive de l'énorme planète voisine, Jupiter, ce système ne s'est pas uni en un corps unique. Bien que soutenue par un grand nombre d'astronomes distingués, cette théorie explique difficilement pourquoi les satellites de Jupiter, qui sont beaucoup plus grands que les astéroïdes, se sont constitués.

2° La théorie de la capture, qui vise les comètes périodiques, peut être étendue aux astéroïdes. D'après cette théorie, les astéroïdes viennent de l'extérieur, et ont été captés par Jupiter pendant leurs passages à travers le système solaire. Pour expliquer le fait que les orbites des astéroïdes sont souvent circulaires et se trouvent entièrement à l'intérieur de celle de Jupiter, il est nécessaire d'admettre l'action d'une résistance au mouvement. Outre cette complexité, cette hypothèse présente une difficulté sérieuse: elle n'explique pas l'origine des astéroïdes des groupes Troyen, Thulé et Hilda dont les orbites sont très voisins de celui de Jupiter.

3° La théorie de l'éruption, où l'on suppose que les astéroïdes ont été rejetés de Jupiter par éruption, peut être rapprochée de la précédente. Il n'existe pas de différence importante entre les deux hypothèses.

4° La théorie de l'explosion, d'après laquelle les astéroïdes sont des fragments d'une planète qui, à l'origine, tournait dans la même région, et qui, à une époque reculée, a été brisée par quelque force inconnue. Cette hypothèse, formulée par Olbers dès qu'il eût découvert le second astéroïde (1802), fut reprise et modifiée par Charles Young d'après qui « il a dû y avoir non une seule mais de nombreuses explosions, d'abord du corps original, et ensuite de ses fragments, car on peut démontrer qu'une explosion unique ne saurait rendre compte de l'enchevêtrement actuel des orbites. »

Cette théorie a reçu l'appui de deux faits, que les recherches de ces dernières années ont mis à jour. L'un est la variation d'éclat de quelques astéroïdes, qui semble montrer l'irrégularité de leurs formes. L'autre tient à l'existence de « familles » parmi les astéroïdes : on trouve facilement quatre ou cinq groupes environ, se composant d'une quinzaine d'astéroïdes très étroitement apparentés. Les faits observés s'expliquent bien en admettant que les astéroïdes d'une même famille proviennent de l'explosion d'une même planète ; aucune autre théorie n'explique l'existence des familles.

« Cependant, ajoute M. Hirayama, nous n'avons pas encore de raisons suffisantes pour conclure que tous les astéroïdes sont les fragments d'une seule planète ou de deux planètes, si nous adoptons la loi d'Armellini au lieu de celle de Bode. Mais, en supposant que les premières explosions aient été assez violentes pour que les fragments aient été disséminés avec des vitesses relatives comparables à la vitesse orbitale (18 km. par seconde en moyenne), et que la puissance explosive ait diminué à mesure que diminuaient les fragments, la distribution actuelle des orbites des astéroïdes pourrait être facilement comprise, du moins plus facilement qu'avec toute autre théorie.

La masse totale des astéroïdes connus aujourd'hui peut être estimée à environ 1/2.000 de la masse de la Terre. Cela porterait à croire que la planète originelle était très petite, plus petite même que quelques-uns des satellites. Mais, tant que l'on ne saura pas combien il reste d'astéroïdes à découvrir et quelle fraction de leur masse a été absorbée par Jupiter et par les planètes intérieures, ou peut-être par le Soleil, il sera tout à fait impossible de connaître la masse originelle.

L'analogie remarquable qui existe entre le système des astéroïdes et l'anneau de Saturne, analogie qui a été signalée pour la première fois par Kirkwood, et que Lowel a confirmée, montre que l'anneau de Saturne est aussi un agrégat des fragments d'un satellite qui existait avant les explosions. » A. Bc.

Météorologie

Le vent en altitude à Bayonne. — A la fin de la guerre, la plupart des stations météorologiques installées le long des côtes pour les besoins de l'aéronautique maritime ont été désarmées. Plusieurs de ces stations avaient réuni un ensemble très important de documents sur le vent en altitude. Dans le numéro de l'*Aérophile* du 1er-15 avril 1922, j'ai publié une étude sur les résultats obtenus par la station météorologique de Bayonne. C'est la première fois, à ma connaissance, que des observations aérologiques suivies sont faites dans cette région, et elles peuvent avoir un intérêt pratique pour des lignes aériennes entre la France, l'Espagne et le Portugal.

Le vent au sol est, à Bayonne, assez irrégulier. Il souffle à peu près avec une égale fréquence dans tous les quadrants. Mais, dès qu'on s'élève, il se partage nettement suivant deux directions prédominantes : le secteur NE et le secteur SW. La fréquence des vents de NE diminue nettement à partir de 2000 m. A 4000 m., les vents du secteur SW et W sont prédominants. (Fréquence des vents de SW, W et NW : 55 %). Cette prédominance se continue à des altitudes supérieures. (Fréquence des vents de SW, W et NW : 66 % à 7000 m., 69 % à 8000 m.). Il faut toutefois remarquer que, jusqu'à 10000 m., les vents des autres direc-

tions, quoique plus rares, sont cependant encore observés. Les vents d'W ne sont donc pas absolument permanents à haute altitude ; il arrive parfois que le courant d'ouest n'existe plus.

La vitesse moyenne du vent, en mètres par seconde, est la suivante :

Altitude :	0	200m	400m	600m	800m	1000m	1500m	2000m
Vitesse :	3,0	3,9	4,9	5,1	5,4	6,1	7,0	7,2
Altitude :	3000m	4000m	5000m	6000m	7000m	8000m	9000m	10.000m
Vitesse :	8,3	10,0	11,0	11,6	11,2	11,5	12,5	12,6

La vitesse moyenne du vent augmente avec l'altitude. L'augmentation de vitesse se ralentit vers 400 m., ce ralentissement est moins marqué à Bayonne que dans d'autres stations. La vitesse du vent ne paraît pas augmenter sensiblement au-dessus de 5000 m., mais ce résultat provient, en grande partie, des conditions des expériences. En effet, la portée de la lunette du théodolite, qui sert à viser le ballon-pilote, est limitée, de l'ordre d'une trentaine de kilomètres pour les ballons de sondages ordinaires. Dans la plupart des cas, on ne peut observer les ballons à grande hauteur que s'ils n'ont pas été emportés trop loin par le vent, c'est-à-dire que si le vent est assez faible à toute hauteur.

Alors qu'au voisinage du sol la vitesse du vent est nettement plus forte à 12 h. qu'à 7 h., cette variation diurne est inversée à partir de 200m. Entre 200 m. et 1500 m., le vent est notablement plus fort à 7 h. qu'à 12 h. A partir de 2000 m., il n'y a pas de variation diurne très nette. A 7 h., la vitesse du vent augmente à mesure qu'on s'élève (l'augmentation est lente entre 400 m. et 800 m.) ; à 12 h., la vitesse du vent commence par diminuer pour augmenter ensuite régulièrement.

En altitude, les vents de S, SW et W sont nettement plus forts que ceux des autres directions ; les vents les plus faibles sont ceux de l'E et du SE. La différence s'accuse surtout à partir de 2000 m.

De 1000 m. à 2000 m., on a 46 chances sur 100 d'observer une rotation du vent vers la droite, 44 chances de rotation vers la gauche et 10 chances de ne pas observer de rotation du tout. De 2000 m. à 4000 m., on a 51 chances d'observer une rotation vers la droite, 41 chances de rotation vers la gauche et 8 chances de ne pas observer de rotation.

La rotation du vent vers la droite à mesure qu'on s'élève, souvent posée en météorologie comme une règle générale, souffre donc de nombreuses exceptions.

La rotation vers la gauche s'observe plus souvent que la rotation vers la droite pour les vents du quadrant NE et du quadrant SE.

De même, la règle d'augmentation du vent avec l'altitude, sans souffrir autant d'exceptions que la règle de rotation du vent vers la droite, n'est pas aussi générale qu'on pourrait le croire *a priori*.

Onze sondages aérologiques ont atteint la stratosphère. L'examen de chacun de ces sondages en particulier ne montre pas une diminution très nette de la vitesse du vent à l'arrivée dans la stratosphère. On y observe des vents de toutes les directions, avec toutefois une plus grande fréquence des vents du SW. Les vents d'Ouest sont aussi plus forts que les vents d'Est. La distribution des pressions barométriques à très grande altitude, qui tient sous sa dépendance la circulation des vents, est donc variable d'un jour à l'autre. Ces variations sont moindres sans doute qu'au voisinage du sol, mais elles ne sont pas négligeables.

J. Rouch.

Chimie

La signification actuelle des poids atomiques (1). — J'avais toujours vivement désiré rencontrer mes éminents Collègues en France, et cette réunion me donne l'occasion si longtemps désirée. Je vous apporte d'Amérique un message d'amitié, d'admiration et de sympathie. Pendant les longues et terribles années de la grande Guerre, et maintenant dans le dur effort du relèvement, notre sympathie pour vos chagrins et notre admiration pour votre indomptable courage ont été vives et profondes. Je vous apporte nos vœux les plus ardents pour des jours de paix plus heureux et pour le bonheur des années à venir.

La Conférence d'aujourd'hui a pour but de discuter des poids atomiques. Des découvertes récentes ont amplifié, et non amoindri, l'importance de la théorie atomique, bien que quelques-unes de ses doctrines aient grandement changé. Les éléments communs sont aussi permanents qu'autrefois, pour ce qui est des réactions chimiques ordinaires qui concernent la vie de chaque jour. D'ailleurs, les isotopes récemment découverts sont si difficiles à séparer que leurs mélanges existant déjà sur terre resteront tels qu'ils sont pendant encore plusieurs siècles à venir. Par conséquent, les poids atomiques actuels, déterminés exactement, représenteront dans l'avenir, comme ils l'ont fait dans le passé, les proportions exactes, qui peuvent se combiner, des substances existant actuellement sur terre. De plus, le poids atomique actuel d'un élément nous donne la seule façon de connaître la proportion des différents isotopes existant sur terre. Cette proportion peut être une fonction des tendances relatives à se former, et, par conséquent, des structures atomiques fondamentales, des différentes variétés de l'élément.

La détermination exacte des poids atomiques repose sur un travail de laboratoire, précis. Quelles sont maintenant les précautions les plus importantes à prendre dans un tel travail ? En premier lieu, aucune portion des substances que l'on pèse ne doit être soupçonnée de contenir des impuretés accidentelles ; autrement sa pesée ne signifierait rien. Ceci est un point qui n'est pas facilement atteint. En second lieu, après qu'une analyse a été une fois commencée, toute trace de substance qui doit être pesée doit être recueillie et portée directement à la balance. En résumé, *l'entière exactitude et rien que l'exactitude*, tel est le but. Le côté chimique de la question est beaucoup plus compliqué et incertain que l'opération physique de la pesée. Chaque substance doit être considérée comme impure, chaque réaction comme incomplète, chaque mesure comme susceptible d'erreur, jusqu'à ce que l'on ait obtenu la preuve du contraire.

Parmi toutes les possibilités d'erreur, la présence, non suspectée, de l'eau est peut-être la plus fréquente et la plus insidieuse. Un appareil sera décrit, qui permettra de sécher, d'enfermer, de peser une substance anhydre de telle manière que l'admission d'une trace d'eau de l'atmosphère soit impossible ; cet appareil pourra trouver des applications dans tout laboratoire d'analyse quantitative.

Un autre instrument qui, de même, a beaucoup facilité les récents travaux à Harvard est le *néphélomètre*. Avec le néphélomètre, des traces infimes de précipité en suspension peuvent être approximati-

(1) Résumé d'une Conférence faite devant la Société chimique de France, le 12 Juillet 1922.

vement déterminées par l'éclat de la lumière qu'elles réfléchissent. Des traces de substance, qui sont trop faibles pour être recueillies sur un filtre ordinaire, peuvent ainsi être évaluées.

Les deux erreurs évitées par ces simples expédients, la présence d'eau résiduelle et la perte de traces de précipité, ont peut-être ruiné des recherches précédentes plus que tout autre cause.

Mes propres recherches sur les poids atomiques ont porté sur les éléments suivants (nommés par ordre chronologique) : oxygène et hydrogène, cuivre, baryum, strontium, zinc, magnésium, nickel, cobalt, fer, uranium, calcium, cæsium, sodium, chlore, potassium, azote, soufre, argent, lithium, plomb radioactif, aluminium, rubidium et gallium. Les résultats montrent que, en général, les premiers résultats étaient presque toujours plus ou moins entachés d'erreur. Les nouvelles valeurs ont été généralement confirmées et elles sont données dans les Tables internationales des poids atomiques. J'appellerai votre attention sur quelques-uns des points saillants développés.

En premier lieu, le rapport de l'oxygène à l'hydrogène a été trouvé pour la première fois égal à 16 : 1,008 ; ce résultat a été confirmé par d'autres. Cette différence de presque 1 % avec le rapport simple de nombres entiers a pris une importance considérable dans la théorie atomique. En effet, si tous les éléments sont simplement des multiples de l'hydrogène, il apparaît qu'une partie du poids de l'hydrogène est éliminée dans l'action de la condensation.

Au cours d'une recherche sur le cuivre, on a trouvé que tous les échantillons de cuivre analysés avaient des poids atomiques identiques dans la limite des erreurs d'expérience ; et plus tard, le même fait fut reconnu pour l'argent.

Même les éléments trouvés dans les météorites sont semblablement uniformes. Avec l'aide de G. P. Baxter, j'ai déterminé les poids atomiques du fer et du nickel existant sur terre. Plus tard, il continua les recherches sur le fer et le nickel des météorites, et il trouva qu'ils avaient exactement les mêmes poids atomiques, bien qu'il n'y ait pas de doute que le fer et le nickel soient composés d'isotopes. Ainsi, il est évident que les mélanges d'isotopes dans tout le système solaire doivent être considérés comme possédant une constance extraordinaire de proportions. Ce fait est d'un grand intérêt, et suggère des conclusions très intéressantes concernant le mécanisme de la genèse des éléments.

Avec les connaissances acquises dans la recherche sur le poids atomique du cuivre, j'ai ensuite entrepris de longues séries d'expériences sur les coulomb-mètres à argent et à cuivre et je suis arrivé à montrer que, non seulement les poids des métaux précipités sont rigoureusement proportionnels aux équivalents chimiques, mais aussi que précisément la même quantité d'argent est déposée du nitrate d'argent fondu à une haute température et d'une solution aqueuse froide, dans les limites des erreurs d'expériences. Il apparaît, par conséquent, que la loi de Faraday est une des lois les plus exactes de la nature.

Au cours de nombreuses années de travail, on s'est peu à peu aperçu que les valeurs de Stas, pour les métaux, étaient toutes un peu trop fortes et celles pour les halogènes toutes un peu faibles. Les erreurs proviennent de différentes petites imperfections qui arrivent toutes à tendre dans une même direction. La plus sérieuse de ces erreurs est due au fait que Stas employant de grandes quantités de substances n'arrivait pas à les préparer avec le degré de pureté nécessaire. Le plus grand pourcentage d'erreur de Stas est celui sur le lithium. Dans mes expériences, le lithium et l'argent furent comparés directement avec l'oxygène au moyen de l'analyse du perchlorate de lithium et de la précipitation du chlore, dans le chlorure de lithium, par l'argent. Ces deux réactions réunies donnent un nouveau moyen de comparer l'oxygène avec l'argent, d'après l'équation :

$$\frac{Ag}{LiCl} \times \frac{LiCl}{LiClO^4 - LiCl} = \frac{Ag}{O^4}$$

Stas a trouvé 7,01 pour le lithium, tandis que nous trouvâmes 6,94. Que le poids atomique du lithium soit réellement inférieur, et non pas supérieur à 7, cela est prouvé par la spectrographie des rayons positifs, qui montre clairement la présence d'une petite quantité de l'isotope de poids atomique 6 en présence d'une grande quantité de l'isotope de poids atomique 7.

Le métal gallium, d'un intérêt particulier en France, a formé le sujet des plus récentes de ces recherches. Avec l'aide d'un collaborateur (W. M. Craig), j'ai trouvé, par l'analyse d'un chlorure de gallium très soigneusement préparé et fractionné par sublimation, que le gallium a un poids atomique de 69,71, valeur rapprochée de celle trouvée il y a longtemps par Lecoq de Boisbaudran .

Parmi les premières recherches, l'une porta sur l'uranium ; on trouva que la valeur acceptée pour l'uranium était beaucoup trop élevée. La valeur exacte a un intérêt particulier en France, berceau de la science de la radioactivité, à cause de sa relation avec les poids atomiques de l'hélium et du radium et de son influence sur tout le problème de la structure et de la désintégration des substances élémentaires. Cette recherche s'est montrée d'une plus grande importance qu'on n'aurait pu le prédire alors.

Spécialement à cet égard, une des plus intéressantes de toutes ces recherches est celle qui porta sur le poids atomique du plomb préparé à partir des minéraux radioactifs. Avec l'aide de plusieurs assistants, je suis arrivé à montrer que le plomb pur, obtenu à partir des minéraux cristallisés radioactifs, a un poids atomique de 206,08, au lieu de 207,2 pour le plomb ordinaire. L'étude des autres propriétés du métal et de ses sels montre que cette différence de poids est la seule différence importante entre les deux espèces de plomb. Leur volume atomique, leurs propriétés électriques, etc., sont identiques, et leurs spectres sont très rapprochés, s'ils ne sont pas exactement identiques. Baxter a montré que le plomb ordinaire possède un poids atomique constant, quelle que soit sa provenance, pourvu que des minerais d'uranium ne soient pas présents.

Ces recherches, ainsi que d'autres recherches modernes, ayant toutes rapport aux poids des atomes, ouvrent un nouvel horizon sur la structure des éléments, et, par conséquent, sur l'évolution de l'univers. Personne ne peut nier qu'une connaissance approfondie des propriétés de ces substances fondamentales, les éléments chimiques, ne soit une des aides les plus importantes qu'ait l'homme pour atteindre au contrôle de la matière.

Théodore W. Richards,
Professeur à l'Université Harvard
(Cambridge, Etats-Unis).

Géologie

L'âge et la formation du lœss. — Le *lœss* est une roche meuble, poreuse, non plastique; formé de grains

très ténus de silice, il comprend aussi originellement du carbonate de chaux réparti uniformément dans la masse, puis concentré sous la forme de « poupées ». De sa décalcification superficielle résulte le *lehm*, qui, repris par les eaux de ruissellement, donne le *limon*. Envisagé tout d'abord comme postérieur aux grandes glaciations quaternaires, le lœss a été ensuite considéré comme une assise interglaciaire. Les auteurs distinguent même généralement aujourd'hui un *lœss ancien* plus jeune que la glaciation d'étendue maxima et plus vieux que la dernière grande avancée des glaciers, et un *lœss récent* postglaciaire.

W. Soergel (*Lösse, Eiszeiten und paläolitische Kulturen. Eine Gliederung und Alterbestimmung der Lösse*, 1919) croit cependant que dans l'Europe centrale, les dépôts du lœss correspondent aux époques d'avancée des glaciers : leur extension, beaucoup plus considérable que celle jamais atteinte par les glaces, permettrait donc d'établir des synchronismes entre la plupart des régions du globe, pour la plus récente des ères géologiques. Parmi les arguments que fait valoir l'auteur allemand, il convient de noter en particulier l'absence constante du lœss sous les moraines. K. Keilhac a bien constaté, par exemple, dans la sablière d'Altenburg, la présence du lœss ancien au-dessus de l'argile à blocaux de la grande glaciation du Nord ; mais entre ce lœss ancien et le lœss récent, il n'a trouvé qu'une assise de lehm. Pour W. Soergel, il conviendrait de distinguer trois phases de dépôt de lœss contemporains des trois grandes périodes glaciaires.

V. Laskarer (*Sur le lœss des environs de Belgrade, Société Géologique Serbe*, 10 janvier 1921) pense au contraire que les grandes masses de lœss se sont édifiées pendant toute la durée des temps quaternaires. Au lieu de baser sa division en étages sur les zones d'altération correspondant aux phases d'arrêt de sédimentation, les géologues de l'école russe proposent une classification reposant sur le nombre de *sols enterrés* dans le lœss. En fait, il me semble qu'il y a identité de méthode, et la terminologie russe fait simplement intervenir une notion plus complexe de la genèse du lehm. C'est sans doute avec raison que V. Laskarer voit dans cette roche, non plus le produit de la simple décalcification du lœss, mais le résultat de l'action combinée des nombreux facteurs qui président à la formation des sols : au lieu de distinguer simplement le lœss et le lehm, l'auteur russe note la succession suivante de bas en haut : 1° lœss, 2° roche brun rouge imprégnée de fer et de manganèse par les eaux d'infiltration qui y ont concentré également le carbonate de chaux sous forme de poupées, 3° roche jaune pâle décalcifiée qui a en outre perdu presque entièrement son fer et son manganèse (c'est le niveau par excellence des terriers), 4° sol de steppe (tchérnoziom).

Deux horizons constants de sols enterrés existeraient dans la Russie méridionale, au milieu du lœss qui se trouverait ainsi divisé en trois étages. Évidemment, lors de sa formation, le lœss constituait bien la surface du terrain dans la contrée où il se déposait, mais la rapide accumulation des poussières éoliennes qui l'ont édifié, ne laissait pas le temps nécessaire à un sol pour se former. Les sols enterrés correspondent donc bien à des phases d'arrêt dans la sédimentation du lœss, alternant avec des périodes d'activité lithogénique intense.

Pendant les époques interglaciaires sèches, les glaciers, dans leur mouvement de recul, cédaient la place au désert où la désagrégation des roches, particulièrement active, entraînait la formation des poussières que la déflation poussait vers des steppes plus ou moins lointaines, lieu d'élection par excellence pour l'amoncellement du lœss. Au contraire, lors des avancées glaciaires, l'humidité gagnant du terrain, le lœss cessait de se sédimenter et la végétation de la steppe, au lieu d'être réduite à un maigre tapis herbeux constamment en lutte contre l'ensablement, reprenait une vigueur nouvelle, favorisant la formation de l'humus. Dans la Russie méridionale, aux dépôts fluviatiles et lacustres préglaciaires (Saintprestien) ou contemporains de la 1re glaciation (Scanien) succéderait un 1er lœss (1re phase interglaciaire : Cromerien), un 1er sol enterré (2e glaciation : Rissien), un 2e lœss (2e phase interglaciaire : Chelléen), un 2e sol enterré (3e glaciation : Würmien), un 3e lœss (postglaciaire : Néopléistocène) : vers le nord-ouest on voit les dépôts morainiques venir s'interstratifier dans la masse du lœss, tandis que vers le sud-ouest ce sont des couches marines correspondant aux avancées de la Caspienne qui occupent la même situation, permettant ainsi de paralléliser les maxima de développement des masses d'eaux continentales avec les maxima d'extension des glaciers ; de telles observations avaient déjà été faites dans l'Amérique du Nord à propos du synchronisme des avancées du glacier canadien et des nappes d'eau dont le grand lac salé de l'Utah est une dernière relique.

Le parallélisme des phases de dépôts du lœss et des périodes glaciaires, tel que le définit V. Laskarer, semble donc bien être une notion géologique définitivement acquise, du moins en ce qui concerne les régions steppiques situées en dehors de la zone d'extension maxima des grands glaciers. Mais il ne me semble pas qu'il ait dû nécessairement en être de même des contrées qui furent momentanément occupées par les glaciers : la situation géographique relative de celles-ci par rapport aux calottes de glace lors des phases interglaciaires était précisément la même que celle des steppes vis-à-vis des zones d'extension maxima des glaciers pendant les phases glaciaires. L'Ukraine était au regard de la calotte finno-scandinave au Rissien, ce que fut l'Allemagne du centre au Chelléen : ici comme là s'étendait, en bordure du glacier, une zone steppo-désertique toute désignée pour être le théâtre d'actions éoliennes instenses. A mon sens les conclusions de W. Soergel ne sont pas inconciliables avec celles de V. Laskarer, comme il peut paraître au premier abord : suivant que l'on a à faire à une région qu'ont atteint ou non les glaciers quaternaires, on se trouve en présence de lœss glaciaire ou de lœss interglaciaire; dans la zone intermédiaire, on peut concevoir une formation continue de lœss pendant la plus grande partie de l'ère quaternaire.

L. Joleaud.

Biologie

Les limites de la résistance des animaux à la dessiccation. — La proportion de l'eau qui entre dans la constitution de la matière vivante est très considérable ; elle va de 50 pour 100 à tout près de 100 pour 100. Cependant, tous les zoologistes connaissent l'extraordinaire résistance que divers animaux offrent à la dessiccation ; il y a des exemples classiques à cet égard : des Rotifères, des Tartigrades, des Nématodes reviennent à la vie après être restés complètement desséchés pendant des années. Schmidt (1918) a reconnu que les Vers de terre peuvent revenir à l'état normal après avoir perdu 61,8 pour 100 de leur poids,

soit environ 73 pour 100 de leur teneur en eau. D'après Durig (1901), une Grenouille, si on la dessèche lentement, peut ne pas succomber après une perte de 39 p. 100 du poids du corps. Pour Hill (1906), chez l'Homme, une perte de 10 p. 100 de la teneur en eau entraîne la mort. F.-S. Hall vient de reprendre ces expériences sur les limites de la résistance à la dessiccation chez diverses espèces (*Biological Bulletin*, vol. XLII, 1922). Il a d'abord examiné leur teneur en eau. Celle-ci est de 49,8 p. 100 chez le Ver de farine, *Tenebrio molitor* ; de 76,4 p. 100 chez une Sangsue, *Placobdella parasitica;* de 70,8 p. 100 chez la Souris domestique ; de 80,8 p. 100 chez la Grenouille, *Rana pipiens* ; de 84,1 p. 100 chez le Ver de terre *Allolobophora foetida.* Pour dessécher les animaux il les plaçait sous une cloche, où l'on faisait parvenir de l'air qui passait au préalable par une série de flacons remplis d'acide sulfurique ; deux flacons filtres (zinc et verre pilé) assuraient la purification de l'air qui arrivait en expérience.

M. Hall a pu ainsi constater que les *Allolobophora* survivent après avoir perdu jusqu'à 83 pour 100 de leur teneur en eau, surtout quand, au sortir de la chambre de dessiccation, on les maintient à une température peu élevée, 10 à 14°. Les *Placobdella* résistent à une perte de 92 p. 100 de leur eau, et leur rétablissement est également favorisé par une basse température. Les Vers de farine résistent longtemps à la dessiccation et peuvent perdre jusqu'à 52 p. 100 du poids de leur corps, c'est-à-dire plus que leur teneur en eau ; l'auteur suppose que le surplus provient du métabolisme du corps gras de ces larves d'Insecte. La Salamandre, *Ambystoma punctatum*, se remet vite après avoir perdu 47 pour 100 de son poids; replacée dans l'eau, elle récupère en 24 heures la totalité du poids primitif. Les *Rana pipiens* se comportent à peu près de même. M. Hall a étudié aussi divers Reptiles : Tortues, Caméléons, Lézards. Les Lézards du désert, *Sceloporus spinosus, Phrynosoma cornutum* offrent une résistance tout à fait extraordinaire; on peut les maintenir jusqu'à 4 mois dans une atmosphère entièrement desséchée, et peut être ne succombent-ils finalement qu'à la privation de nourriture. Quant aux Souris, elles survivent à une dessiccation qui leur fait perdre 30 p. 100 environ de leur poids. D'une façon générale, la durée du temps pendant lequel un animal peut résister à la dessiccation dépend de la nature de ses téguments et aussi du rapport entre la surface et le volume du corps.

A. Drz.

Géographie physique

Evaporation et écoulement. — M. Aimé Coutagne étudiant les conditions qui régissent le débit des rivières a été amené à chercher les relations qui unissent les facteurs : évaporation et ruissellement. Il a donné une formule mathématique très satisfaisante pour rendre compte des phénomènes. Soient, pour un bassin donné : y, la hauteur d'eau en mètres, correspondant aux eaux qui s'écoulent par le Thalweg au point le plus bas du bassin considéré ; x, la hauteur en mètres des précipitations atmosphériques. La différence, $z = x - y$, représente l'eau évaporée. Cette hauteur d'eau évaporée, z, augmente d'abord en même temps que x : plus la pluie tombée est abondante, plus l'eau évaporable est grande, et l'évaporation croît. Mais il y a une limite, lorsque l'air et la terre sont saturés d'eau, la quantité de pluie évaporée diminue même si x augmente. C'est-à-dire que la fonction $z = f(x)$ croît, passe par un maximum, puis décroît et tend vers zéro. Une telle fonction peut donc être traduite par une équation de la forme

$$z = E_0 e^{-h^2(x-x_0)^2} \quad \text{(courbe d'évaporation)}$$

équation de la courbe du chapeau de gendarme par laquelle on peut exprimer algébriquement un grand nombre de phénomènes naturels;

On déduit $y = x - E_0 e^{-h^2(x-x_0)^2}$ (courbe d'écoulement).

Utilisant les observations des divers auteurs, M. Aimé Coutagne a construit les courbes d'écoulement et d'évaporation pour l'Europe Centrale, les Etats-Unis, le Massif central de la France. Les courbes obtenues expérimentalement coïncident pratiquement très bien avec celles calculées point par point au moyen des formules proposées.

L. R.

Statistique

Le pétrole. — La production en 1920 s'établissait ainsi :

	tonnes	
Etats-Unis	63.400.000	63,8 0/0
Mexique	23.400.000	23,6
Russie	3.500.000	3,6
Indes néerlandaises	2.870.000	2,9
Perse	1.750.000	1,8
Inde anglaise	1.060.000	1,1
Roumanie	1.050.000	1,1
Galicie	800.000	0,8
Alsace	55.000	0,05
Autres pays	1.379.000	1,4
Total	99.264.000	

Les prix de l'huile brute, à la tonne, aux Etats-Unis, en décembre 1919, variaient de 31 dollars à 7 dollars ; les pétroles les plus chers (Pensylvanie, Canada) sont riches en essences et paraffines et de faible densité, les pétroles bon marché sont à base d'asphalte et de densité voisine de celle de l'eau.

Il y a donc des qualités très diverses et toutes trouvent leur emploi en particulier par la production de la force motrice. Les navires utilisant le pétrole sont de plus en plus nombreux : le rapport du Lloyd au 30 juin 1921, donnait la consommation relevée en juillet ;

1914	1.310.000 tonnes.
1919	5.336.000 —
1920	9.359.000 —
1921	12.796.000 —

combustible liquide employé sous chaudières ou avec moteur Diesel.

Le besoin d'hydrocarbures a suscité en France un mouvement vers l'utilisation de nos schistes pétroliers de France ou des colonies. Pour orienter l'opinion, le commandant Martin a tiré de l'ouvrage américain *Popular Oil Geology*, du professeur Ziegler, de l'Ecole des Mines du Colorado, un excellent exposé de la question sous le titre : *Le pétrole, son origine, sa recherche* (Félix Alcan, éditeur) qui, surtout au point de vue géologique, doit être apprécié des jeunes gens qui veulent se spécialiser. On sait qu'avec l'Institut du Pétrole de Strasbourg et l'Ecole de Pechelbronn, nous avons déjà un enseignement organisé, mais il y a pénurie d'ouvrages techniques français.

A. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Galy-Cazalat, inventeur de l'acier, dit « Bessemer ». — Dans une brochure de M. l'ingénieur Surre (Imp. Vergé-Doumene, Saint-Girons (Ariège), l'auteur apporte des précisions sur la paternité de la décarburation de la fonte par barbotage d'air dans la fonte liquide, paternité revendiquée par Galy-Cazalat, né à Saint-Girons (1796-1869). Tous ses biographes sont d'accord sur la part qu'il a prise à l'évolution industrielle de la première moitié du XIXe siècle. M. Surre rappelle ses très nombreuses inventions, on verra que son emploi de la vapeur avec détente, avec surchauffeur, etc., dans des moteurs rotatifs, etc., l'amenait à des machines nouvelles et en particulier, en 1830, à la première voiture automobile à vapeur (1). On doit certainement à Galy-Cazalat beaucoup d'idées neuves écloses en un temps où les inventeurs trouvaient rarement des capitaux pour les amener à des réalisations.

Antoine Galy-Gazalat sortit de l'Ecole Polytechnique en 1815. On le retrouve plus tard, professeur de mathématiques et de physique aux collèges de Perpignan, de Nancy et de Versailles. Il quitte l'Université, pour se consacrer à l'industrie, en 1848 ; puis il est élu député de l'Ariège à la Constituante.

De ses inventions, M. Surre examine seulement celles qui se rapportent à l'acier obtenu par puddlage automatique avec un passage d'air comprimé à travers la fonte en fusion. Il y avait là un tour de force industriel et quand Bessemer utilisait cette oxydation avec brassage mécanique, Galy-Cazalat lui opposait des antériorités puis intentait un retentissant procès en contrefaçon à MM. Jackson et Cº, des usines d'Imphy (Nièvre), qui exploitaient le procédé Bessemer. Les tribunaux ne reconnurent pas la validité des revendications de l'ingénieur Galy-Cazalet. Il y a chose jugée, mais comme le faisait ressortir Me Huart, avocat de l'ingénieur :

« Est-ce la première fois que le véritable inventeur voit un autre recueillir l'honneur et le profit de son invention ? Tandis que Bessemer obtenait, *grâce à un Patronage auguste dont il s'est vanté à l'audience*, un crédit illimité, Galy-Cazalat frappait vainement à la porte des usines à gaz et proposait à leurs directeurs de résoudre le double problème de la fabrication du gaz à bon marché et de la conversion de la fonte en acier. Quand il s'aperçut qu'il fallait dédoubler le problème et s'adresser uniquement aux métallurgistes, il était trop tard ; la place était prise et les traités avec Bessemer étaient signés. »

Et s'adressant aux juges, l'éloquent avocat ajoutait :

« C'est à vous, Messieurs, de restituer à chacun ce qui lui est dû. Vous direz, nous en avons la ferme confiance, que Galy-Cazalat a trouvé le premier, en 1855, le moyen de convertir en acier liquide de grandes masses de fonte en substituant au brassage manuel le brassage par le gaz décarburateur, tandis que Bessemer n'a consigné, pour la première fois, ce procédé que dans son brevet de 1861. »

Dans les premiers brevets de Galy-Cazalat, la décarburation de la fonte se trouvait, en effet, obtenue d'abord en même temps que la préparation d'un gaz d'éclairage et de chauffage. Dans le premier brevet (1851) (1) suivi de certificats d'addition (1852, 1853, 1854), Galy-Cazalat faisait passer un courant de vapeur à travers un bain de fonte ; ce courant produisait simultanément, nécessairement, du gaz hydrogène et de l'acier dont la plus-value rendait nulle la dépense de fabrication de l'hydrogène.

Dans le brevet du 13 juin 1855, il y a des précisions avec cette fois l'emploi de l'air comprimé.

« *Pour un procédé qui consistait à faire passer simultanément plusieurs courants d'air comprimé et de vapeur surchauffée à travers plusieurs milliers de kilogrammes de fonte liquide, qui se convertissent en moins de 30 minutes en acier fondu à l'état liquide, prêt à être coulé dans des moules.*

A ce brevet dont on remarque la description très précise et qui ne laisse aucun doute sur ce qu'a voulu faire Galy-Cazalat, se rattache un certificat du 18 décembre 1855.

Les compagnies de l'éclairage par le gaz ne voulant pas réunir les fabrications simultanées du gaz et de l'acier fondu, Galy-Cazalat prit, le 15 juillet 1858, un 3e brevet de perfectionnement sous le titre de « *Fabrication du Fer et de l'Acier sans tenir compte du Gaz.* »

A ce dernier brevet se rattachent des certificats d'addition en date des 12 juillet 1859 et 29 mars 1861.

Ce n'est que le 19 janvier 1856, donc *après* Galy-Cazalat, dont le brevet est du 13 juin 1855, que Bessemer prit, simultanément à Londres et à Paris, deux brevets pour la fabrication du fer et de l'acier, obtenus en faisant passer *un seul* courant d'air ou de vapeur à travers un bain contenant au plus *200 kilos de fonte.*

Nous relevons la description d'un des brevets de 1855, en faisant remarquer que c'est seulement en 1856 que Bessemer présentait son procédé à l'association britannique (Fremy. Rapp. sur l'Exposition de 1867).

Les gueusets de fonte sont mis en fusion, comme il est d'usage, dans un cubilot de fondeur. La sole de notre cubilot *perfectionné* renferme un creuset de terre réfractaire dans l'épaisseur duquel on a ménagé *huit* canaux également espacés. Ces canaux verticaux sont recourbés à leur base inférieure et ils aboutissent supérieurement dans un conduit circulaire formant le bord du creuset. Une machine soufflante injecte de l'air dans le conduit circulaire, d'où il s'élance par les orifices inférieurs des huit canaux, afin d'activer la combustion du coke et de fondre le métal .

A mesure que les diverses couches de fonte, séparées par du charbon incandescent, se liquéfient, elles tombent en gouttes au bas du creuset, où elles sont décarburées par les huits courants d'air. Lorsque ces courants ascendants n'ont plus la force nécessaire de traverser de bas en haut, le bain de fonte, le maître-aciériste ouvre le robinet de la vapeur engendrée dans une chaudière. Aussitôt cette vapeur s'élance par un tuyau dans le conduit circulaire qui la distribue dans les huit canaux où elle se surchauffe avant de traverser le bain métallique. Au contact de ce dernier, les

(1) Voitures à vapeur sur routes ordinaires, 1835, 1 vol. in-4.

(1) 12 sept. Moyen de fabriquer sans frais le gaz d'éclairage et de chauffage.

courants de la vapeur surchauffée se décomposent en oxygène et hydrogène ; l'oxygène oxyde le fer et brûle progressivement le carbone, tandis que l'hydrogène enlève au métal le soufre qui le rendrait cassant.

En moins de 10 minutes, 2.000 kilos de fonte liquide à 1.100° passent de la couleur rouge au blanc éblouissant dont la température est de 1.400°. A ce terme de fusion de l'acier, le carbone de la fonte est brûlé rapidement par l'oxygène de l'oxyde de fer et de la vapeur décomposée. Dès que les 9/10 de son carbone ont été brûlés, la fonte est convertie en acier fondu, ce que le maître-aciériste reconnaît à la couleur de la flamme qui s'élève du bain qu'on doit alors couler dans des moules.

Cette opération dure de 20 à 25 minutes pour la conversion de 3.000 kilos de fonte.

Dans un 3e brevet (15 juillet 1858), sous le titre de « *Conversion de grandes masses de fonte en fer épuré ou en acier fondu* », Galy-Cazalat avait réalisé une nouvelle économie pour les aciéristes qui ont un haut-fourneau. Dans ce but, au lieu d'opérer sur la fonte de seconde fusion, il avait eu l'idée de convertir en acier fondu la fonte de première fusion, à mesure qu'elle se produit, par la réduction *continue* du minerai dans le haut-fourneau.

D'ailleurs, dans les premiers appareils de puddlage à brassage automatique, Bessemer ne faisait pas de barbotage, mais faisait arriver l'air comprimé à la surface de la fonte liquide qui, mise en mouvement par la force centrifuge, s'étalait sur les parois. Ce n'est qu'en 1861 que le convertisseur Bessemer était réalisé avec le barbotage d'air comprimé dans la fonte liquide dont l'idée et la réalisation appartiennent, sans aucun doute, à Galy-Cazalat.

A l'Exposition universelle de 1855, au Palais de l'Industrie, tout le monde avait vu fonctionner le procédé de décarburation. Dans un des attendus des juges, ceux-ci convenaient que dans le convertisseur d'Imphy « l'air est insufflé à travers un système de tubes emprunté aux descriptions du brevet du 13 juin 1855 ».

Ainsi, malgré cet attendu du tribunal, Galy-Cazalat était débouté. Son invention ne devait pas porter son nom, mais celui de Bessemer qui, grâce à de hauts patronages, avait assuré ses succès, et quels succès, avec la maîtrise de l'acier.

D'ailleurs, on est rarement prophète en son pays, telle l'histoire des machines frigorifiques qui s'imposèrent en France avec un ingénieur suisse, alors que nous avions celles de notre compatriote Ch. Tellier.

En matière d'invention, la recherche de la paternité est toujours délicate ; elle ne saurait cependant être interdite ; aussi, nous ne saurions trop féliciter M. l'ingénieur Surre d'avoir rappelé l'histoire de cette invention, aidé de documents puisés dans les papiers de la famille Galy-Cazalat. A. R.

Industrie

Une nouvelle utilisation de l'air liquide. — Certains fruits à huile ont une coque si dure qu'il est très difficile de la briser pour en retirer la noix en vue de l'extraction de l'huile. Le Bureau of Standards a entrepris des recherches dans le but de rendre industriel le procédé qui consisterait à tremper le fruit dans l'air liquide pendant quelques instants. On a, en effet, observé qu'une immersion de trente secondes dans ce réfrigérant énergique rend le fruit très cassant et que les propriétés de la noix ne sont pas modifiées. R. G.

Culture coloniale

La culture des arachides. — M. D. Zolla a donné dans l'*Agronomie coloniale* (décembre 1921) un résumé des recherches publiées par les Services Agricoles fédéraux à Washington, et les conclusions adoptées par le Comité agricole de l'Union coloniale française.

Parmi les plus importants résultats américains, signalons cette observation faite aux îles Hawaï que la sélection des graines d'arachide a permis d'élever de plus d'un tiers le poids des récoltes, et cela en trois ans seulement. Les Américains estiment que leur rendement en arachides pourra à bref délai passer de moins de 30 à près de 50 hectolitres par hectare. M. Zolla insiste sur l'importance de la sélection sur place des variétés adaptées au climat et aux nécessités de la culture plutôt qu'à l'amélioration qui consisterait à changer les variétés.

Il paraît nécessaire de ne cultiver l'arachide que tous les trois ou quatre ans sur un même terrain, et surtout après une culture sarclée, l'arachide craignant beaucoup les mauvaises herbes.

L'application de la motoculture dans nos colonies pour l'arachide ne paraît pas économique pour l'instant tout au moins. L. R.

NOUVELLES

Académie d'agriculture. — M. René Worms, maître des requêtes au Conseil d'Etat, a été nommé membre de la section d'économie et statistique.

Office national météorologique. — En vue du concours pour seize emplois de météorologistes, un cours élémentaire sera ouvert à l'Ecole d'application de l'Office. Le concours d'admission aura lieu le 15 octobre (Progr. *J. Off.*, 1er septembre). Les candidats admis prennent rang de météorologistes stagiaires avec indemnité mensuelle de 525 francs.

Centenaire de Pasteur. — Le centenaire de Pasteur sera célébré à Copenhague le 15 septembre. M. Calmette y représentera l'Institut Pasteur.

Congrès international de géologie. — Dans la séance de l'Académie du 21 août 1922, M. Lacroix a rendu compte du Congrès tenu à Bruxelles, auquel il représentait la Compagnie avec ses confrères : MM. Barrois, Termier, Haug, Deperet, Kilian et deux correspondants, MM. Bigot et Imbeaux. La carte géologique de l'Afrique a été examinée et elle sera prochainement publiée.

Congrès international d'agriculture. — Un Congrès se tiendra à Paris en 1923, pour jeter les bases d'une Union internationale des agriculteurs : il sera présidé par M. Méline.

Congrès international des combustibles liquides. — Ce Congrès organisé par la Société de chimie industrielle se tiendra à Paris, du 9 au 15 octobre 1922, sous la présidence de M. P. Sabatier, de l'Académie

des Sciences. Il comprendra six sections : Pétrole, Schistes, Lignite et Tourbe, Goudrons et Benzols, Alcools, Huiles végétales.

Deux conférences sont annoncées : M. Mailhe (10 octobre) ; M. Berthelot (12 octobre).

Les adhésions (20 fr.), sont reçues par M. Gérard, secrétaire-général, 49, rue des Mathurins, Paris.

Office central de chauffe rationnelle. — Du 25 septembre au 28 octobre prochain, aura lieu à l'Office central de chauffe rationnelle une nouvelle session de cours pour ingénieurs, cours destinés à de jeunes ingénieurs sortis d'une grande école et ayant pour but de leur donner des connaissances pratiques qui leur permettent, à leur arrivée dans les usines, de régler les appareils de chauffage quels qu'ils soient, et d'en contrôler la conduite pour en tirer le meilleur parti.

L'Office, dans le but de faciliter dans la plus large mesure l'accès de l'école aux jeunes ingénieurs qui viennent pour leur propre compte, attribue des bourses atteignant les trois quarts du prix normal de scolarité à d'anciens élèves des grandes écoles.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Office de Chauffe, 5, rue Michel-Ange, Paris (16e). R. L.

Minerais radioactifs français. — La France possède, notamment à Madagascar, de nombreux minerais radioactifs. Un décret (*J. Off.*, 26 août) prohibe la sortie des colonies françaises et des pays de protectorat, des minerais radioactifs, à destination d'autres pays que la France.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Cartan, professeur de mécanique rationnelle, est chargé du cours de mécanique analytique et de mécanique céleste (chaire de M. Painlevé). M. Montel, professeur de mathématiques générales, est chargé du cours de mécanique rationnelle. M. Denjoy, professeur à l'Université de Strasbourg, est chargé du cours des mathématiques générales. Pour les conférences, sont désignés : MM. Cahen (mécanique rationnelle), Lambert (astronomie).

Doctorat ès-sciences. — Le Conseil de l'Instruction publique vient de publier un arrêté relatif aux dispenses de la licence en vue du doctorat, pour les candidats déjà pourvus de grades étrangers, admis comme équivalents ou supérieurs au diplôme de licence (*J. Off.*, 25 juillet).

— Grande-Bretagne et Irlande : B. A. et B. S. honneur 1res classes des Universités d'Oxford, de Cambridge, de Londres et provinciales ; M. H. et B. A. honneur 1res classes des Universités écossaises et irlandaises.

— Belgique : Doctorat.

— Bulgarie : 2e examen des Universités, avec 4 ans de scolarité.

— Danemark : Maîtrise ès-sciences et candidature à la maîtrise.

— Etats-Unis : Candidats présentés par une des 47 Universités de la liste dressée par l'arrêté, candidats pourvus de la maîtrise ou du doctorat, ou d'un certificat d'une scolarité de deux ans en vue de doctorat.

— Finlande : Candidature en philosophie (S. physico-mathématique).

— Hollande : Maîtrise ès-sciences.

— Italie : Licencié (lauréat).

— Pologne : Maîtrisie en philosophie.

— Roumanie : Licence.

— Suède : Licence.

— Suisse : Pour le doctorat ès-sciences mathématiques : la licence des Universités de Genève, Fribourg et Neuchâtel, le doctorat mathématique des Universités romandes et le doctorat en philosophie des Universités alemaniques et de l'Ecole polytechnique fédérale. Pour le doctorat ès-sciences physiques : la licence des Universités de Genève et de Lausanne, le doctorat physique des Universités romandes et le doctorat en philosophie avec thèse (physique ou chimie) des Universités alemaniques et de l'Ecole polytechnique fédérale. Pour le doctorat ès-sciences naturelles : la licence des Universités de Genève et de Neuchâtel et les doctorats comme ci-dessus.

— Tchéco-Slovaquie : Trois examens de doctorat.

— Yougo-Slavie : Licence des Universités de Belgrade, Skoplje et Subotica. Doctorat des Universités de Zagreb et Lubijana.

Universités américaines. — Les Universités admises à présenter des candidats aux doctorats français (droit, lettres, sciences) sont :

Un. of California, Catholic Un. of America, Un. of Chicago, Clark Un., Columbia Un., Carnell, Uni., Harvard, Un., Un. Of Illinois, Indiana Un., Un. of Iowa, Johns Hopkins Un., Un. of Kansas, Leland Stanford Junior Un., Un. of Michigan, of Minnesota, of Missouri, of Nebraska, Northwestern Un., Ohio State Un., Princeton Un., Un. of Pensylvanie, of Virginia, of Wisconsin, Yale Un., Berkeley Californie, Washington, Chicago (Illinois), Worcester (Massachusets), New-York city, Ithaca (New-York), Cambridge (Massachusets), Urbana, Indiana Iowa city, Baltimore, Lawrence, Stanford Un. (Californie), Ann. Arbor, Minneapolis, Columbia (Missouri), Lincoln (Nebraska), Evanston, Columbus (Ohio), Philadelphia, Princeton (New-Jersey), Charlottesville, Madison, New-Yaven (Connecticut).

Faculté de pharmacie. — M. Radais, professeur de cryptogamie, est nommé doyen pour trois ans.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. L. Maquenne, professeur de physique végétale, membre de l'Institut, est promu officier de la Légion d'honneur.

Ecole des mines. — Le diplôme d'ingénieur civil des mines a été accordé à 32 élèves, M. Belin est le major.

Ecole polytechnique. — L'Académie des Sciences, dans sa séance du 21 août, a désigné à nouveau MM. Deslandres et Le Châtelier comme membres du Conseil de perfectionnement.

M. Charpy (Augustin-Georges-Albert), membre de l'Institut, professeur de métallurgie à l'Ecole supérieure des mines, est nommé professeur de chimie, à compter du 1er octobre 1922, en remplacement de M. Albert Colson, retraité (*J. Off.* 27 août).

M. Charpy est né à Oullins (Rhône), il est sorti de l'Ecole Polytechnique en 1887. Docteur ès sciences en 1892, après diverses recherches de chimie physique pure et appliquée, il s'est consacré à la sidérurgie. Il était nommé correspondant de la section de chimie de l'Institut en 1913, puis, membre titulaire de la nouvelle section des Applications de la Science.

Ecole centrale des arts et manufactures. — M. Jules Hervé, professeur, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

La chaire de législation industrielle, est déclarée vacante.

Université de Strasbourg. — Deux nouveaux certificats sont créés : 1° Analyse des produits alimentaires et biologiques ; 2° microbiologie et parasitologie (juillet 1922).

— M. Staehling, est nommé maître de conférences de chimie. M. Flamant, est chargé d'un cours de mathématiques.

Université de Nancy. — Sont chargés de cours pour l'année 1922-23 : MM. Darmois (Electrotechnique), Croze (Météorologie), Longchambon (Minéralogie), Joly (Zoologie).

Université de Montpellier. — M. Pech, agrégé de la Faculté de Médecine,, est nommé professeur de physique médicale.

Université de Caen. — Le titre d'ingénieur diplômé de l'Université est transformé suivant les sections en diplôme d'ingénieur mécanicien et d'ingénieur chimiste. (*Bull. adm.*, du 15 août).

La section de chimie de l'Institut technique de Normandie est rattachée à la Faculté des Sciences.

Université de Clermont. — Deux nouveaux certificats, portant les nos 15 et 16 sont créés pour la botanique et la zoologie agricoles.

Université de Bordeaux. — M. Guinchant, professeur de physique expérimentale, est sur sa demande nommé professeur de physique générale, en remplacement de M. Bénard, nommé à Paris.

Université de Lyon. — Sont nommés maîtres de conférences, MM. Job (chimie), Pierron (chimie appliquée).

Université de Rennes. — M. Kollmann, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé maître de conférences de zoologie.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Le 12 mars 1923 s'ouvrira à l'Université de Toulouse, un concours pour l'emploi de suppléant des chaires de pathologie et de clinique chirurgicale et de clinique obstétricale à l'Ecole de Clermont-Ferrand.

Ecole des mines de St-Etienne. — 45 candidats ont été reçus au concours d'entrée. Le major est M. Terra.

Université de Bruxelles. — La section des Sciences de l'Union des Associations d'étudiants de Belgique a publié un Rapport sur les réformes à apporter aux examens de candidatures pour les doctorats ès sciences et pour la création d'un doctorat ès-sciences chimiques pures et appliquées.

L'enseignement dans toutes les spécialités comporterait toujours une partie de philosophie. (Logique et psychologie, théorie de la connaissance, classification des Sciences). La durée des études de doctorat serait de cinq ans, avec des types divers de candidatures spécialisées, mais avec l'enseignement obligatoire des mathématiques supérieures et de la mécanique rationnelle dans tous, même pour les étudiants en biologie et en médecine.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 août 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *H. Mineur.* **Sur une classe de transcendants uniformes.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *N. Lusin* et *W. Sierpinski.* **Sur une décomposition du continu.**

PHYSIQUE. — *H.-A. Perkins.* **Sur la résistance des couches conductrices minces électrisées.**

En 1921, l'auteur avait communiqué à la Société américaine de Physique les résultats d'un expérience relative à l'influence d'une charge électrostatique sur la résistance d'un conducteur. Une charge électrique alternative agissait sur un courant alternatif d'induction traversant un galvanomètre du type d'Arsonval. La déviation du galvanomètre semblait indiquer un redressement partiel du courant alternatif et permettait de mesurer la variation de résistance du conducteur due à sa charge électrique. Reprenant cette expérience, M. Perkins a reconnu que la déviation observée était due à la superposition du champ magnétique alternatif produit par le transformateur.

SPECTROSCOPIE. — *F.-W. Klingstedt* (prés. par M. Urbain). **Spectres d'absorption ultraviolets des diphénols.**

L'étude quantitative du spectre d'absorption normal des diphénols, faite avec le microphotomètre de Fabry et Buisson sur des photographies du spectre continu obtenu avec l'étincellé d'aluminium dans l'eau d'après la méthode de V. Henri, a donné toute une série de résultats nouveaux. De même que pour le phénol, le spectre d'absorption des diphénols est très fortement modifié par certains solvants, en particulier par l'alcool. Comme la plupart des études faites jusqu'ici sur les spectres d'absorption des corps organiques aromatiques ont été faites sur des solutions alcooliques, toutes ces recherches doivent être reprises à nouveau en solution haxanique par la méthode quantitative.

MINÉRALOGIE. — *G. Murgoci.* **Sur les propriétés des amphiboles bleues.**

La nuance bleue se montre toujours suivant l'axe cristallographique *c*, sans égard à l'orientation de l'ellipsoïde d'électricité optique. Suivant *b*, apparaissent toujours les nuances caractéristiques violette, bleu gris, vert olive ou rougeâtre, etc. La nuance violette est en relation avec la teneur en oxyde ferreux et en magnésie, plus abondante que la chaux. La richesse en chaux entraîne les nuances bleu vert ou vertes fréquentes dans les hornblendes ; une certaine teneur en TiO^2 fait apparaître des nuances d'un brun olive ou rougeâtre. Enfin, dans la direction de l'axe cristallographique *a* on a des couleurs claires (jaune vert, ou brunâtre, jusqu'à incolore). L. FRANCHET.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. Gault* et *R. Guillemet* (transm. par M. Haller). **Sur la chloruration de l'alcool butylique normal.**

L'action du chlore seul ou en présence de fer à diverses températures a été étudiée concurremment avec la méthode des courants inverses, le nombre de produits obtenus est moindre avec le fer qui limite l'action du chlore. A côté de l'aldéhyde, on obtient des acétols ; l'un d'eux a été isolé, c'est l'acétol dibutylique d'une aldéhyde dichlorobutyrique qui cons-

titue le produit le plus abondant (70 %) de la chloruration distillant à 138°-140° sous 15 m/m alors que les premiers produits sont séparés à 122° et les derniers à 160° et à 180°.

— *G. Vavon* et *A.-L. Berton* (transm. par M. Haller). **Sur le bornéol à partir du magnésien du chlorhydrate de pinène.**

Avec le bromhydrate ; M. Darmois avait obtenu un mélange, à part très égales, de bornéol droit et d'isobornéol gauche. En partant du chlorhydrate de pinène de l'essence de térébenthine française, les auteurs obtiennent un mélange de bornéol et d'isobornéol en proportions variables, fonctions de la température avec des limites de 1 à 50 % d'isobornéol. La question est de savoir si les deux isomères préexistent dans le chlorhydrate ou s'ils se forment au cours des réactions.

GÉOCHIMIE. — *Vernadsky.* **Sur le nickel et le cobalt dans la biosphère.**

A propos de la récente communication de MM. Bertrand et Mokragnetz sur Ni et Co normaux du sol, l'auteur rappelle les premières recherches qualitatives de Forchammer (1854). Les métaux normaux de la biochimie : Mg, Fe, Zn, Cn, Mn appartiennent à un même groupe auquel on pourrait rattacher avec Ni et Co, le Cd et peut-être l'indium. L'auteur signale ses recherches sur la présence de Ni et Co dans les organismes, mais sans aucune donnée quantitative.

A. RIGAUT.

BOTANIQUE. — *Paul Vuillemin.* **Disjonction et combinaison des caractères des parents dans un hybride.**

Dans un hybride *Aquilegia cœrulea* × *A. chrysantha* issu d'une mère dont les fleurs ont 5 éperons et d'un père sans éperon, l'influence paternelle a été mesurée à l'abaissement du nombre des éperons.

Deux facteurs inverses modifient les fleurs successives : 1° disjonction des caractères transmis par les parents ; 2° combinaison croissante de ces caractères.

Les caractères maternels sont dominants puisqu'il n'y a pas de fleur sans éperon.

Les caractères paternels s'atténuent progressivement au cours d'une même floraison et au cours des floraisons successives au profit des caractères maternels qui se dégagent de l'influence paternelle.

La combinaison des caractères paternels et maternels s'accentue par la prépondérance croissante des fleurs à 3 éperons.

— *Marcel Mirande* (transm. par M. Guignard). **Sur l'origine morphologique du liber interne des Nolanacées et la position systématique de cette famille.**

Le liber interne des *Nolana* se forme dans l'axe hypocotylé. Dans les Solanacées, le liber interne est d'origine hypocotylaire, et dans les Convolvulacées il est d'origine caulinaire. Par ce caractère, les Nolanées doivent être retirées définitivement des Convolvulacées. Leur appareil sécréteur constitué non par les laticifères, comme dans les Convolvulacées, mais par des cellules à sable d'oxalate de calcium (*Nolana, Alona, Dolia, Nepaulia,* etc.), s'ajoute au caractère du liber interne pour préciser la parenté des Nolanacées avec les Solanacées.

— *A. Guilliermond* (transm. par M. Gaston Bonnier). — **Observation cytologique sur un *Leptomitus* et en particulier sur le mode de formation et la germination des zoospores.**

L'auteur a pu suivre sur le vivant, et à tous les stades du développement, l'évolution du chondriome chez un *Leptomitus* obtenu en faisant séjourner dans l'eau des cadavres de Poissons. La méthode de Meves-Kull, avec laquelle les noyaux et les chondriomes sont colorés en rouge par la fuchsine acide et les grains lipoïdes en noir par l'acide osmique, lui a permis d'observer tous les stades de la formation des zoospores.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Georges Bouvrain* (transm. par M. Gaston Bonnier). **Sur l'évolution vasculaire dans la Mercuriale.**

L'auteur présente un certain nombre d'observations relatives aux diverses Notes de M. Bugnon sur l'appareil vasculaire des plantules de Mercuriale.

GÉOCHIMIE. — *W. J. Vernadsky.* **Sur le nickel et le cobalt dans la biosphère.**

En se servant comme réactif du diméthylglyoxime, le nickel et le cobalt ont été découverts dans tous les organismes où on les a cherchés. La présence de ces deux métaux peut être établie quantitativement dans les plantes (Mousses, Dicotylédones diverses).

ZOOLOGIE. — *Louis Boutan* (prés. par M. Louis Joubin). **Une perle fine de culture sans noyau de nacre.**

Un échantillon de « perle obtenue par culture sans noyau de nacre » a été étudié par l'auteur. Or, rien, ni dans l'aspect extérieur, ni dans l'aspect de la section de l'échantillon, ne lui paraît le distinguer d'une production naturelle.

Si l'échantillon en question représente réellement une perle de culture, les trois conclusions suivantes, dit M. Boutan, s'imposeraient : 1° on peut obtenir des perles complètes de culture, identiques de tous points à des perles fines naturelles, en greffant dans le Mollusque le sac perlier sans noyau ; 2° l'appareil Galibourg et Rysiger indiquerait dans ce cas une perle naturelle, puisqu'il n'y a plus de noyau de nacre ; 3° l'assertion, si souvent formulée que la perle de culture n'a jamais pu dépasser le poids de 6 grains serait inexacte, puisque l'échantillon examiné pèse plus de 13 grains.

P. GUÉRIN.

Séance du 28 août 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. *Jacques Chokhate* (trans. par M. Appell). **Sur le développement de l'intégrale $\int_a \frac{p(y)}{x-y} = dy$ en fraction continue.**

— *Ch. N. Moore* (transm. par M. Hadamard). **Sur l'équivalence des méthodes de sommation de Cesaro et de Hölder pour les limites multiples.**

GÉOMÉTRIE PROJECTIVE. — *Nilos Sakellariou* (trans. par M. Appell). **Sur les systèmes polaires.**

GÉOMÉTRIE. — *Amédée Béjot* (prés. par M. d'Ocagne). **Mise en perspective réciproque des figures de même espèce.**

L. FRANCHET.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *L. Mangin* et *N. Patouillard.* **Sur la destruction de charpentes au château de Versailles par le *Phellinus cryptarum* Karst.**

Le bois attaqué se présente sous l'aspect de masses très légères s'effritant aisément sous la pression en masses allongées fibrillaires qui s'aplatissent sous la pression sans se réduire en poudre.

Le début de l'attaque du bois est marqué par un phénomène bien singulier ; sous l'action du parasite, les ponctuations aréolées sont libérées par la dissolution complète de la membrane qui les limite et la paroi des cellules se montre criblée de trous, bien avant qu'elle ne dissolve progressivement. Les ponctuations aréolées mises ainsi en liberté nagent dans le liquide de la préparation et parfois en si grande abondance qu'elles simulent des amas de spores.

Le *Phellinus cryptarum* est un destructeur des bois

presque aussi redoutable que la Mérule, mais le plus souvent, l'aération, la dessiccation et enfin la lumière suffiront pour en atténuer presque complètement les ravages.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *P. Fallot* (transm. par M. Ch. Depéret). **Le Quaternaire marin sur les côtes méditerranéennes d'Espagne.**

Au Pliocène supérieur et au Quaternaire ancien, il y a lieu de supposer que la région correspondant à la Chaîne subbétique entre Alicante et Valence et à son avant-pays immédiat, Ibiza et Majorque comprises, devait être émergée et rattachée à la péninsule.

La faune à Strombes (Tyrrhénien) correspond, comme dans toute la Méditerranée (hormis le cas exceptionnel du détroit de Messine), à d'anciens rivages compris entre o m. et 30 m.—35 m.

L'abondance des Strombes dans ces gisements et la persistance de cette forme, plus marquée dans le sud de l'Espagne que dans les autres régions, semblent pouvoir être attribuées à la proximité du détroit de Gibraltar, par où arrivaient sans doute les espèces sénégaliennes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* et *Mlle Denise Kohler*. **Rôle de la respiration dans la diminution des hydrates de carbone des feuilles pendant le jaunissement automnal.**

En automne, au cours du jaunissement ou du rougissement des feuilles caduques des plantes ligneuses de nos régions, les tissus foliaires perdent par le phénomène respiratoire des quantités notables de carbone sous forme d'anhydride carbonique. Pendant les six premiers jours, les quantités de composés hydrocarbonés perdues peuvent varier, chez les espèces étudiées, entre 22 mg et 39 mg par gramme de substance sèche.

En ce qui concerne les hydrates de carbone, les causes suivantes semblent intervenir pour déterminer les modifications constatées : 1° consommation d'hydrate de carbone dans le phénomène respiratoire ; 2° entraînement par les précipitations atmosphériques ; 3° migration des feuilles vers les tiges.

MORPHOLOGIE. — *L. Carrère* (transm. par M. Hennéguy). **Le sphincter de l'iris chez les Sélaciens.**

Les Sélaciens et, en particulier, les espèces possédant un opercule pupillaire (diverses Raies, Trygone, *Scyllium*), représentent un type intéressant au point de vue de la disposition des éléments du sphincter. Le muscle est, d'une façon générale, plus développé aux extrémités nasale et temporale de la pupille ; il est moins important dans les secteurs ventral et dorsal, au niveau desquels il peut même disparaître (sphincter en croissant, sphincter en parenthèse). Ces dispositions anatomiques expliquent les variations physiologiques des mouvements pupillaires dans les divers secteurs de l'iris.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (transm. par M. Hennéguy). **La polarité mécanique du germe des Sélaciens *Scyliorhinus canicula* L. Gill) au temps de la gastrulation.**

La polarisation du germe de *Scyliorhinus canicula* est déterminée par le fait que le contenu de la cavité germinale, moins dense que les autres parties, se place toujours au point le plus élevé. La quille embryonnaire n'est la partie postérieure du blastoderme que parce qu'elle est le pôle supérieur du germe.

Aucune région du disque n'est prédestinée à former l'embryon. A la fin de la morula, on fixe à volonté, rien qu'en la relevant, la région où se formeront la cavité germinale et la quille embryonnaire.

La cavité germinale, une fois établie dans une région périphérique du blastoderme, ne peut être déplacée d'une manière permanente dans une autre région. A ce moment, un germe inversé par le retournement de la coque se déplace *in toto* à la surface des vitellus et monte en tournant vers le haut sa cavité germinale.

La vie d'un germe n'est pas compromise, ni son évolution modifiée, par une migration périvitelline passagère.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La physique et la métaphysique des théories d'Einstein, par M. Daniel BERTHELOT, membre de l'Institut. Un vol. in-12 de 48 pages. Payot et Cie, 106, boulevard Saint Germain, Paris, 1922. — Prix, broché : 2 francs.

Les quelques pages que M. Daniel Berthelot vient de consacrer à « la physique et la métaphysique des théories d'Einstein » rappellent, par la profondeur et l'élévation de la pensée, par la précision et la clarté du style, les plus belles dont son père, l'illustre Marcelin Berthelot, ait honoré la science et les lettres françaises. Elles sont d'un attrait passionnant et, pour peu qu'on aime les sciences, on est assuré de ne point interrompre leur lecture après l'avoir abordée et de la reprendre une fois terminée. Efforçons-nous d'en dégager les idées essentielles.

« Le trait le plus saillant de la doctrine de la relativité est la négation de l'idée du temps, telle qu'on l'a conçue, depuis qu'il y a des hommes et qui pensent, pour parler comme La Bruyère. » (p. 11).

La mécanique classique, celle de Newton et de Galilée, enseigne que l'expérience ne peut révéler que le mouvement relatif de deux corps l'un par rapport à l'autre et non le mouvement absolu de chacun d'eux. En cela consiste le principe de relativité.

Dans le cas d'une source sonore et d'un observateur, mobiles l'un par rapport à l'autre, une oreille suffisamment sensible pourrait distinguer si la source sonore s'éloigne de l'auditeur immobile ou si, au contraire, l'auditeur s'éloigne de la source immobile : on peut déceler le mouvement absolu d'une source sonore à travers l'air. Il n'en est plus ainsi pour la lumière : l'expérience célèbre de Michelson a révélé l'impossibilité de déceler le mouvement absolu d'une source lumineuse à travers l'éther.

On eût pu rejeter l'hypothèse de l'éther et revenir à la théorie de l'émission : « Il eût fallu retoucher successivement toutes les formules établies par un siècle d'efforts. La tâche était immense, le succès douteux » (p. 27). Lorentz proposa alors de conserver l'éther et de modifier la mesure du temps dans les systèmes en mouvement, de manière à faire cadrer les formules avec les résultats expérimentaux « Einstein fut plus hardi. Pour lui le ralentissement des mouvements périodiques dans les systèmes mobiles n'est pas une fiction mathématique, mais une réalité physique. Toutes les vibrations se ralentissent suivant un rythme déterminé par la vitesse de la lumière : aussi bien les

oscillations d'un pendule que les mouvements de la respiration ou les battements du cœur. Pour l'homme qui voyagerait aussi vite que la lumière, la vie serait arrêtée, le temps suspendu, il deviendrait immortel. » (p. 29).

Le développement de cette idée amène à réformer, non seulement la notion de temps, mais encore la notion d'espace. Pour les relativistes, en effet, la notion primordiale n'est pas celle de temps ou d'espace, mais celle de vitesse : il n'y a pour eux qu'un absolu qui est la vitesse de la lumière! Les notions d'espace et de temps cessent d'être indépendantes. Seule subsiste l'union de l'une avec l'autre.

M. Daniel Berthelot insiste sur les conséquences de cette conception qui choquent nos habitudes d'esprit. Nous sommes accoutumés à regarder le temps comme une variable à une dimension, où les événements se succèdent dans un ordre unique, comme des points sur une droite. Dans la nouvelle théorie il n'en est plus ainsi. Suivant leur position dans l'espace, trois observateurs différents pourront juger que deux événements sont simultanés, ou que le premier est antérieur au second, ou que le second est antérieur au premier, et cela avec une égale légitimité.

Ce sont là des conséquences étranges qui peuvent tenir au rôle important que joue la vitesse de la lumière dans la théorie relativiste. Du point de vue scientifique la théorie est inattaquable : « les hypothèses initiales une fois admises, tout en découle avec une stricte rigueur ». Il n'en est plus ainsi du point de vue philosophique ; des objections se présentent : « Le temps ne se mesure pas seulement aux oscillations du pendule, fût-ce à celles d'un hypothétique pendule lumineux! mais à l'écoulement du sable de la clepsydre, à la combustion (du flambeau). La vieillesse n'est pas réglée uniquement par les battements du cœur, mais par la lente usure chimique du rein, du foie, du cerveau » (p. 37). De plus, la nouvelle théorie ne connaît que l'univers visuel ou même électromagnétique : « A lire Einstein, on croirait que les hommes ne communiquent entre eux que par signaux lumineux » (p. 38) et encore par signaux se propageant dans le vide.

M. Daniel Berthelot se demande, pour terminer, d'où vient la fascination qu'exerce la nouvelle doctrine. C'est sans doute, pense-t-il, parce qu'elle apporte une solution à un certain nombre de problèmes métaphysiques : « Les conséquences métaphysiques de la doctrine — qu'on les accepte ou qu'on les repousse — sont en tous cas neuves et de grande portée, et apportent des solutions aussi surprenantes qu'inédites à quelques-unes des énigmes éternelles qui flottent à l'horizon de ce vaste océan de l'inconnu dont parlait Littré, qui bat notre rive de toutes parts, mais pour lequel nous n'avons ni barque, ni voile » (p. 8). « En présence des insolubles énigmes de la vie et de la destinée, qui oserait blâmer l'homme d'essayer de quitter la route séculaire qu'il suivait sur les flots pour se lancer au sein d'une mer inconnue sur la foi de nouvelles étoiles ? » (p. 45).

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Leçons sur les invariants intégraux. Cours professé à la Faculté des Sciences de Paris, par M. E. CARTAN, Professeur en Sorbonne. In-8° de 210 pages, avec index bibliographique. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

A la notion d'invariant intégral, posée par Poincaré, en vue de l'étude des systèmes différentiels de la Mécanique céleste, se rattache celle de *forme invariante* : c'est en 1902, dans l'étude des équations qui admettent des transformations données, que M. Cartan fut conduit à considérer, sous cette dénomination, les formes différentielles exprimables par les seules intégrales premières des équations données et leurs différentielles. Ce point de vue se révéla fécond. L'auteur en tira sa méthode d'intégration des systèmes aux dérivées partielles à caractéristiques dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires. Il en tira aussi sa théorie de la structure des groupes continus ; finis et infinis, de transformations.

Le présent ouvrage a pour objet d'exposer les nombreuses conséquences de ce suggestif rapprochement. Non seulement, les règles de formation des invariants intégraux sont rendues de ce fait, immédiates ; mais encore le nouveau point de vue permet d'édifier la Mécanique sur un principe indépendant de tout changement de variables portant, et sur les coordonnées de position, et sur le temps. On atteint donc une haute généralité, et on embrasse à la fois tous les systèmes de Mécanique, et entre autres, celui de la relativité générale.

Sans insister davantage, nous devons signaler quelques chapitres, consacrés aux formes différentielles à multiplication extérieure. La considération systématique de ces formes paraît appelée à un rôle important dans la progression de la science, qui doit tant, à cet égard encore, à M. Cartan lui-même. G. BOULIGAND.

Leçons sur le problème de Pfaff, par M. EDOUARD GOURSAT, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. In-8° de 386 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Le problème de Pfaff prolonge celui de la résolution des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre. Son importance est grande, car il est lié à la théorie des invariants intégraux, et à ce titre, il commande dans une large mesure les progrès de la Dynamique analytique. L'ordre d'idées, traité par M. Goursat, est donc très voisin de celui de M. Cartan, dans l'ouvrage ci-dessus mentionné.

Les deux premiers chapitres sont consacrés au problème de Pfaff proprement dit et à l'exposition des méthodes fondées sur les propriétés du covariant bilinéaire. Les trois chapitres suivants développent la théorie des formes symboliques de différentielles (formes extérieures de M. Cartan), leur application au problème de Pfaff et à la théorie des invariants intégraux. Enfin, les trois derniers chapitres résument les progrès les plus récents acquis par la science, en ce qui concerne les systèmes de Pfaff. Sur ce point, l'analyse est redevable à M. Goursat lui-même, d'importants travaux.

Ajoutons que la lecture de l'ouvrage peut être abordée par toute personne documentée seulement sur les théorèmes classiques relatifs aux systèmes complètement intégrables aux différentielles totales.

G. BOULIGAND.

L'évolution physico-chimique, par M. Ch.-Eug. GUYE, Professeur de physique à l'Université de Genève. (Bibliothèque de synthèse scientifique, publiée sous la direction de M. Louis Rougier) un vol. in-8 (de 14×23) de 116 pages. Ernest Chiron, éditeur-40, rue de Seine, Paris, 1922. — Prix broché : 5 fr.

Les travaux de Gibbs et de Boltzmann ont établi

que l'évolution physico-chimique d'un système s'effectuerait toujours vers les états de plus grande probabilité. Le déterminisme dans les phénomènes physico-chimiques, que traduit le principe de Carnot, apparaît ainsi comme un *déterminisme statistique*, dont la précision, qui nous semble inéluctable, n'est due qu'à la loi des grands nombres ; des écarts à cette loi sont possibles et constituent les phénomènes de fluctuation.

M. Guye a réuni, dans le volume que nous signalons, trois mémoires fort importants qui se rattachent aux divers problèmes d'ordre physique, chimique et philosophique que soulève l'interprétation nouvelle du principe de Carnot. Nous avons analysé ces mémoires dans la *Revue Scientifique*, lors de leur publication, ce qui nous dispense d'y insister longuement aujourd'hui.

Le premier, intitulé « Réflexions sur la classification et l'unification des sciences », montre comment le principe de relativité pourrait constituer un premier trait d'union entre des sciences métaphysiquement séparées par les notions qui se trouvent à leur base : il précise la situation de la physique et de la chimie dans l'ensemble des sciences.

Dans le second mémoire : « L'évolution des phénomènes physico-chimiques et le calcul des probabilités ». M. Guye développe la signification statistique du principe de Carnot et insiste sur les limites que lui imposent les fluctuations.

Le dernier mémoire : « Le principe de Carnot et l'évolution physico-chimique des organismes vivants » s'attache à établir que le principe de Carnot, envisagé comme un principe statistique, doit s'évanouir dans le cas de milieux de plus en plus hétérogènes comme l'est assez vraisemblablement la matière vivante : la loi des grands nombres cesse en effet d'être applicable. Le mémoire se termine par une « esquisse d'une philosophie uniciste basée sur le principe de Carnot » qui relève nettement de la métaphysique.

Cet ouvrage, où la profondeur de la pensée s'allie à la plus heureuse clarté d'exposition, mérite de retenir longuement l'attention. Physiciens, chimistes, philosophes, le liront et le méditeront avec intérêt et profit.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Éléments de Morphologie végétale, par A. Gravis, Professeur à l'Université de Liège. In-8° raisin de 204 pages avec 32 pl. hors texte. H. Vaillant-Carmanne, imprimeur, Liège. — Prix : 25 francs.

Cet ouvrage n'est pas un Traité volumineux, dans lequel abondent les détails, mais bien, comme son nom l'indique, un livre mis à la portée des débutants, en vue surtout de leur constituer un guide dans leurs travaux de laboratoire.

Sous le nom de *Notions de Cytologie*, une première partie comprend la structure cellulaire et la genèse des cellules. Suivant le rôle que ces cellules ont à remplir, la fonction spéciale à laquelle elles sont adaptées, autant de variations dans leur organisation.

La deuxième partie fait connaître les *Principaux types d'organisation végétale*. Dans les divers groupes du règne végétal sont successivement passés en revue les organes de végétation, de propagation, de reproduction et de sporaison. Un chapitre s'y trouve réservé, relatif à l'évolution du règne végétal.

La troisième partie comporte l'*Etude des plantes angiospermes*, leur organographie, leur anatomie et leur classification.

Les faits les plus importants de la Morphologie végétale sont, dans cet ouvrage, mis en relief avec précision. Les exemples y sont judicieusement choisis, de manière à faire ressortir les idées capitales, et les nombreux dessins que comprennent les planches sont exécutés avec beaucoup de soin. Dans ces conditions, le livre de M. Gravis rencontrera, sans nul doute, bon accueil auprès des jeunes botanistes auxquels il s'adresse plus particulièrement. P. G.

Éléments de Physiologie végétale, par A. Gravis, Professeur à l'Université de Liège. In-8° raisin de 144 pages, avec 102 figures. H. Vaillant-Carmanne, éditeur, Liège, et Vigot frères, éditeurs, Paris. — Prix : 10 fr.

Destiné à faire suite aux *Eléments de Morphologie végétale*, et conçu dans le même esprit, cet ouvrage résume les questions fondamentales de la physiologie des végétaux. Les fonctions de nutrition en constituent la première partie, celles de relation, la seconde, la troisième partie comportant les fonctions de reproduction.

Dans la première partie, l'auteur considère tour à tour la nutrition chez les plantes à chlorophylle et chez celles sans chlorophylle (Champignons et Bactéries). Il envisage ensuite le phénomène dans les plantes parasites, les plantes mutualistes (Lichens, Légumineuses, plantes à mycorhizes, Orchidées, *Monotropa Hypopitys*), les plantes carnivores.

L'influence des agents extérieurs sur les organes jeunes, sur les organes adultes et sur la structure de ces organes, fait l'objet de la seconde partie.

Dans les fonctions de reproduction se trouvent succinctement exposées les questions d'hérédité et de variabilité, l'étude des variétés et des races et la théorie de l'évolution.

Le savant botaniste belge compare, dans une synthèse finale, la physiologie des plantes à celle des animaux et termine par un essai sur l'évolution générale des êtres vivants. P. G.

Traité pratique de géologie, par Paul Lemoine, professeur de géologie au Muséum national d'histoire naturelle. (D'après James Geikie, *Structural and Field Geology*). 2e édition. In-8° de 542 pages avec 215 figures et 60 planches. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

La publication en français de l'ouvrage de M. Geikie, dont M. P. Lemoine nous donne une deuxième édition, est presque une œuvre originale, plutôt qu'une traduction.

L'auteur, dans sa préface, avertit le lecteur que voulant faire un Traité essentiellement pratique, il a réduit à son extrême minimum tout ce qui ne concerne que les spécialités, notamment la stratigraphie et la paléontologie. Les recherches micrographiques ne sont qu'effleurées. Il s'est donc presqu'exclusivement limité aux applications de la géologie, plus encore qu'il ne l'avait fait dans la première édition, et, à ce point de vue, son livre rendra les plus grands services.

Ses descriptions de roches et de minéraux sont, dans leur concision voulue, très nettes et, par cela même à la portée de tous les techniciens qui ont surtout besoin, lorsqu'ils consultent un livre de cet ordre, de clarté et de précision. Ils trouveront également les renseignements indispensables pour

reconnaître le terrain où ils travaillent : les gites métallifères, les failles, les dislocations ; mais avant tout, ils apprendront à lire une carte géologique et à la dresser grâce aux explications si bien exposées par l'auteur.

Les trois derniers chapitres sont particulièrement intéressants puisqu'ils traitent de la recherche des matériaux utiles, de celle, si importante, des eaux et d'une étude sur les sols et sous-sols au point de vue des applications agricoles.

En résumé, un excellent livre qui enrichit notre littérature scientifique d'un élément qui lui faisait quelque peu défaut jusqu'ici.

Introduction à la Psychanalyse, par le Dr Simon Freud, trad. de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur par le Dr S. Jankélévitch. In-8°, de 484 p. Payot, éditeur. Paris. — Prix : 18 fr.

Le savant professeur de la Faculté de médecine de Vienne a donné son nom à la psycho-analyse, c'est-à-dire à l'analyse psychologique appliquée en domaine obscur de l'inconscient, non seulement dans la genèse et le traitement des maladies nerveuses, mais aussi dans la vie et ses manifestations. Durant les années scolaires 1915-1916 et 1916-1917 il a professé des leçons devant un auditoire composé de médecins et d'auditeurs des deux sexes avec une chaleur démonstrative qui n'a rien du dogmatisme scientifique, revenant sur les faits, les rappelant, les reprenant, se reprochant même de ne le point faire assez pour intéresser, captiver un auditoire qui, deux heures durant, devait rester attentif.

Le professeur Freud examine d'abord les « actes manqués » : lapsus, erreur de fausse lecture, assertion erronée, impossibilité de trouver l'objet qu'on a rangé, et il trouve là les sentiments, les pensées latentes de leur auteur. Mais, au point de vue de sa théorie, les « rêves » surtout ont de l'importance Ils se divisent en rêves somatiques, résultat de l'état des organes et destitués d'intérêt, et rêves psychiques, formés parfois d'idées cohérentes, maintes fois vagues et flottants. Souvent, en effet, le rêve continue, met au net les désirs refoulés durant le jour par le moi conscient, idées latentes enveloppées en des symboles, sinon la conscience s'inquièterait, éveillerait le rêveur. D'où la difficulté, à l'état de veille, de recréer le rêve, de reconstituer la chose révée. De là, nombre d'idées de crime, de vengeance, de satisfaction de désirs de toute sorte, surtout de ce qu'Horace appelait déjà les « rêves sales », la *libido* écrit le Dr Freud, ou passion de l'amour et de ses manifestations. Sous la couche de l'enseignement religieux, de l'éducation, de la morale enfin, ces instincts animaux comprimés, tournent à des fins uitles, opérant parfois un choc en retour. Ainsi survit en nous le primitif. On voit les conséquences tirées par le Dr Freud de cette théorie, pour constituer une méthode d'interprétation de la mythologie, du folklore, des institutions des peuplades primitives, où il avait été précédé par Alfred Maury. Le primitif, en effet, se retrouve dans l'enfant dont les rêves sont la manifestation d'idées impures, à preuve le mythe classique d'OEdipe, assassin de son père, époux de sa mère, inceste par suite et se crevant les yeux de désespoir. M. Freud en conclut que l'affection des enfants pour leur mère ne va pas sans influence sexuelle. C'est une vue à l'appui de laquelle il aurait pu invoquer l'opinion de saint Augustin se plaignant un peu tardivement dans ses *Confessions* d'avoir eu, au moment où elle l'allaitait, un sentiment trop vif pour sa nourrice. M. Freud et son école veulent que le rêve soit logique, se tienne. M. Bergson et, tout récemment, M. Rignano admettent seulement que les rêves sont le résultat d'éléments élaborés à l'état de veille. On voit la nuance. La théorie du Dr Freud mène à la responsabilité de l'être immoral et abject que serait parfois le rêveur. Les théologiens analystes subtils, quand ils ont à déterminer la responsabilité au point de vue de la faute, admettent qu'à l'état de rêve le sujet est inconscient sauf le cas où, à l'état de veille, il aurait provoqué, élaboré la matière du rêve.

L'étude des « Névroses » a été l'objet du cours de la seconde année. Une simple cloison, facilement abattue, sépare l'être sain de l'être morbide. C'est matière au Dr Freud, parmi les symptômes neurologiques perceptibles chez les nerveux, de s'occuper seulement des souvenirs traumatiques, de ces heurts, de ces chocs qui, à la suite d'émotions brusques, violentes déterminent certains états pathologiques. En état de santé l'homme refoule les idées troublantes, folles qui l'assaillent, il peut les maîtriser et elles s'abîment alors dans le subconscient. Mais elles en peuvent jaillir soit dans le rêve, soit dans le sommeil provoqué, soit enfin d'autre façon. Et, bien entendu, parmi ces idées, celles qui sont issues de la libido sont les plus vives. De là, la thérapeutique indiquée. Le médecin neurologiste doit rechercher par une enquête discrète, adroite et méticuleuse ces idées latentes chez le malade pour trouver le traitement dont elles relèvent car, suivant la découverte de Breuer, les symptômes de maladie disparaissent avec les troubles aussitôt que la cause en a été rendue consciente.

Les théories du docteur Freud, qui relèvent bien des données de l'Ecole française, n'étaient connues dans notre pays que par les analyses d'études parues à l'étranger. Les lecteurs de notre langue pourront suivre cet exposé vivant, hardi, dans l'excellente traduction du Dr Jankélévitch. Louis Batcave.

Calculs aérodynamiques des Avions, par L. Huguet et M. Suffrin-Hébert. (*Encyclopédie technique des aide-mémoire Plumon.*) In-8° de 120 pages avec 46 figures. Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liège. — Prix : 12 francs.

Cet ouvrage contient, sous une forme nette et succincte, tous les renseignements ainsi que les coefficients et les tableaux nécessaires pour effectuer les calculs aérodynamiques concernant les avions.

Dans le premier chapitre on a rappelé les lois fondamentales de la résistance de l'air et leur application aux divers organes constitutifs de l'avion.

Dans le chapitre suivant on a exposé les formules de la résistance de l'air sur un plan incliné.

Le chapitre III donne des renseignements techniques détaillés sur le tracé des meilleures ailes : vingt-neuf profils y sont étudiés successivement.

Le chapitre IV est consacré aux résistances passives de la cellule et les deux derniers traitent respectivement du vol horizontal rectiligne et de la descente planée, moteur arrêté. A. A.

Précis de Muséologie pratique par M.M. A. Loir et H. Legangneux. In-12° de VIII + 107 pages. Publié par le Muséum d'Histoire naturelle du Hâvre.

La Muséologie ou science des Musées est toute nouvelle. Autrefois on se contentait d'exposer des objets en grand nombre, sans attirer l'attention sur leur

intérêt ou sur leur usage ; on avait des *collections accumulatives* où les spécialistes allaient de temps en temps chercher des documents, mais auxquelles le public ne pouvait guère s'intéresser. De plus en plus, à l'exemple des Anglais et des Américains, on cherche à exposer des *collections démonstratives*, avec nombreuses étiquettes explicatives, susceptibles d'intéresser et d'instruire le public. Le meilleur type français est la galerie de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris qu'a organisée M. Marcellin Boule.

Mais l'organisation des Musées dans ce sens nouveau est difficile ; c'est une science spéciale, la Muséologie. Elle n'est traitée dans aucun ouvrage français. M.M. Loir et Legangneux ont voulu combler cette lacune. Leur ouvrage sera bientôt dans les mains de tous les conservateurs de Musée et son tirage restreint sera vite épuisé ; mais le périodique de leur Association, *Musea*, fondé lui aussi par le Dr Loir, publiera leurs remarques ; aussi entrevois-je très prochaine l'apparition d'une 2e édition très grossie.

P. L.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Henri Bergson. — Durée et simultanéité. A propos de la théorie d'Einstein. (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). In-16 de 245 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Marcel Boll et *Georges Allard.* — Cours de chimie (Métaux et Cations). In-16 de 350 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Dr Lesage. — La débilité arthritique chez l'enfant. In-8 de 128 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

G. Juvet. — Introduction au calcul tensoriel et au calcul différentiel absolu. In-8° de 100 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Léon Home. — Problèmes sociaux de jadis et d'à-présent. Crise des loyers; vie chère; impôts sur le capital et sur le revenu; dépopulation. In-18. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Ad. Delemer. — Le bilan de l'Etatisme. In-8°. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Edroin W. Ligginston. — Vade-mecum de l'inventeur, 777 inventions à réaliser. In-8° de VII-259 pages. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Louis Roule. — Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche. In-18 de 175 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

H. Petit. — Les moteurs. In-16 de 190 pages avec 120 gravures (*Bibliothèque des Merveilles*). éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Huc. — Manuel du tanneur, mégissier, corroyeur. In-18 de 402 pages avec 162 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

L. Chopard. — Faune de France. Fasc. 3. Orthoptères et Dermaptères. In-8° de 209 pages, avec 466 figures. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

E. Maroger. — Culture intensive de la vigne dans le Bas-Languedoc. In-16 de 275 pages, avec 24 gravures. Société générale d'imprimerie et d'édition, Paris.

Dr Dubreuil-Chambardel. — Les Scolioses ou déviations latérales de la colonne vertébrale. In-16 de 270 pages, avec 52 figures. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

G.-H. Lembine. — Le service d'hygiène 1914-1918. In-16 de 275 pages. (Collection : *Les questions du temps présent*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

O. Casazza. — I principi della meccanica alla luce della critica. In-16 de 173 pages. Société éditrice Dante Alighieri. Rome, Milan et Naples.

Dr H. Bordier. — Diathermie et diathermothérapie. In-8° de 512 pages avec 137 figures. Baillière, éditeur, Paris. Prix : 30 francs.

Louis Le Fur. — Races, Nationalités, Etats. In-16 de 156 pages. (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Emile Lasbat. — La philosophie dans l'Afrique du Nord et l'Histoire de l'esprit africain. In-8° de 53 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

J. Desalme et *L. Pierron.* — Couleurs, peinturés et vernis. In-16 de 648 pages. Baillière et fils, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dr Colombani et *Dr Mauran.* — Le ministère de la santé et de l'hygiène publiques au Maroc. Préface du Maréchal Lyautey. In-8° de 245 pages avec figures et cartes. — Prix : 10 francs.

Austin Hobart Clark. — A monograph of the existing crinoids. Vol. I, fasc. 2. The Comakulids. In-4° de 796 pages avec figures et 57 planches. Government printing office, Washington.

R. Granjon et *P. Rosemberg.* — Manuel pratique de soudure autogène. In-16 de 400 pages, avec 286 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 13 francs.

M. Sauger. — Einstein ou Euclide. In-16 de 21 pages. Presse universitaire, Paris. — Prix : 2 fr. 50.

Dr J. Lewkowitsch. — Chemical technology and analysis of oils fats and wakes. T. II, 6e édition. In-8° de 959 pages. Macmillan, éditeur, Londres.

Barrowchiff et *Carr.* — Organic medicinal chemicals (synthetic and natural). In-8° de 331 pages avec figures. Baillière, Tyndall and Cox, éditeurs, Londres. — Prix : 15 sh.

H.-G. Bennett. — Animal proteins. In-8° de 287 pages. Baillière, Tyndall and Cox, éditeurs, Londres. — Prix : 15 sh.

W. Kossel. — Les forces de valence et les spectres de Röntgen. Deux mémoires sur la structure électrotonique de l'atome, traduits par M. Golay. In-8° de 70 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

Jules Goffart. — Les premières leçons de chimie. Enseignement pratique et théorique. In-8° de 192 pages. Vanderpoorken, éditeur, Gand.

Dr Stefani. — Essai sur l'origine des cancers et tumeurs. In-16 de 208 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Dr Fabre. — Médica-Sténo. Nouvelle méthode de sténographie intégrale. In-8° de 125 pages, Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (5e)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 18 — 60e ANNÉE — 23 SEPTEMBRE 1922

PHOTOSYNTHÈSE ET ASSIMILATION CHLOROPHYLIENNE

Les réactions photochimiques, et plus particulièrement celles qui consistent en des synthèses fortement endothermiques, ont été généralement considérées comme formant une classe distincte des réactions chimiques ordinaires de laboratoire, et, en vérité, elles s'entourent parfois de mystère, du fait que certaines ont paru impossibles à produire *in vitro*. Cependant, des travaux récents sur les changements d'énergie qui accompagnent les réactions chimiques ont montré qu'en réalité il n'y a pas de *mystère de la photosynthèse,* et que toutes les réactions, sans excepter la catalyse et les actions photochimiques, sont entièrement analogues et obéissent aux mêmes lois.

Toute réaction complète, en effet, comporte trois étapes successives, et chacune d'elles est caractérisée par un échange d'énergie avec l'extérieur. En général, les molécules libres de l'état initial sont inaptes à entrer d'elles mêmes en réaction, leurs éléments possèdent, pourrait-on dire, la *configuration inerte :* la réaction ne sera possible qu'après passage préalable de la *configuration inerte* à la *configuration active*. Ce passage, qui constitue la première étape de la réaction, correspond nécessairement au gain d'une quantité déterminée d'énergie, de la part de chaque molécule, et aux dépens de l'extérieur : l'extérieur devra donc fournir, par molécule, une quantité d'énergie mesurée par l'accroissement de l'énergie interne de la configuration active, vis-à-vis de la réaction considérée, par rapport à la configuration inerte. On sait d'ailleurs que chaque configuration d'une molécule donnée diffère de la configuration la plus voisine par une quantité fixée d'énergie, caractéristique de la molécule en question, et que l'on appelle son *quantum d'énergie moléculaire*. Il en résulte que l'énergie nécessaire pour *activer* chaque molécule, prise à l'état initial inerte, lors de la première étape de la réaction, est égale soit à un quantum soit à un nombre entier (généralement petit) de quanta moléculaires.

La deuxième étape de la réaction est le regroupement des atomes dont résultent précisément les nouvelles molécules dues à la réaction, et c'est cette étape, et elle seule, qui est représentée réellement par l'équation de la réaction.

La troisième et dernière étape consiste dans le changement ultérieur de configuration des molécules dont la synthèse vient d'être produite au cours de la deuxième étape : par ce changement, les molécules formées prennent leur configuration normale, ou autrement dit inerte.

Les deux dernières étapes sont accompagnées d'une libération d'énergie, et, pour la même raison que plus haut, au cours de chacune de ces étapes, la quantité d'énergie perdue par molécule est exactement égale à un, deux, ou trois, etc., quanta moléculaires caractéristiques des nouvelles molécules. Si la somme des énergies cédées à l'extérieur au cours des deux dernières

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

étapes est supérieure à l'énergie absorbée au cours de la première, la réaction est exothermique ; elle sera endothermique, au contraire, si l'énergie fournie par l'extérieur pendant la première étape est supérieure à la somme des énergies mises en jeu pendant la deuxième et la troisième étape.

L'énergie nécessaire à l'accomplissement de la première étape peut être fournie par trois procédés : 1° au moyen d'un catalyseur, ou 2° sous forme d'énergie rayonnante, c'est-à-dire, soit en soumettant la substance à des rayons lumineux à grandes longueurs d'onde (rayons infra-rouges), ce qui revient à la chauffer, soit en soumettant la substance à l'action de rayons lumineux à longueurs d'onde moyennes ou courtes (rayons visibles ou ultra-violets), ce qui revient à l'éclairer, au sens ordinaire du mot.

L'action des catalyseurs sera laissée de côté ici; il suffit de la signaler pour éviter tout malentendu. Il faut remarquer seulement que beaucoup de réactions se produisent sans l'intervention apparente de la première étape : c'est qu'alors les molécules ont été activées par le solvant lui-même, qui, dans ce cas, fonctionne comme catalyseur (1).

En général, il est peu important, au point de vue des résultats, qu'une molécule soit activée par la chaleur ou par la lumière, — ce qui revient à dire : par les rayons infra-rouges ou ultra-violets, — en raison des relations, découvertes ces dernières années entre les spectres d'absorption infra-rouge et ultra-violet, qui s'accompagnent généralement, suivant des lois simples, pour une même substance. Mais, dans le cas particulier de réactions fortement endothermiques, la distinction entre les deux procédés d'activation est, au contraire, d'importance fondamentale. Dans ce cas, en effet, l'absorption d'énergie nécessitée par la première étape va correspondre naturellement à un grand nombre de quanta moléculaires (réaction fortement endothermique). Or, lorsqu'une molécule absorbe de l'énergie à sa fréquence fondamentale (basse fréquence, infra-rouge), elle le fait par quanta moléculaires unitaires. Au contraire, il résulte de la théorie des quanta que, lors de l'absorption de rayons ultra-violets de longueur d'onde convenable, l'unité d'énergie absorbée est un quantum, multiple entier élevé du quantum moléculaire, multiple qui dépend du reste de la configuration sous laquelle existe la molécule absorbante. La conséquence en est qu'un seul quantum d'énergie absorbé à la fréquence ultra-violette caractéristique de la molécule est toujours suffisant pour activer cette molécule vis-à-vis d'une réaction quelconque, aussi endothermique qu'elle soit.

Ainsi, on voit d'après cela qu'une réaction endothermique, dont la première étape nécessite par molécule l'absorption d'un grand nombre de quanta pour obtenir la configuration active, sera produite bien plus aisément en exposant les molécules aux rayons ultra-violets qu'elles absorbent, puisqu'alors l'absorption d'un quantum de cette énergie radiante par molécule, est suffisante, qu'en les soumettant aux rayons infra-rouges, qui ne pourront produire un effet qu'après l'absorption, par une seule molécule, d'un grand nombre des quanta qui leur correspondent. Lorsque, comme cela arrive fréquemment, le nombre spécifique de ces quanta nécessaires est égal à dix ou plus, il n'est pas surprenant que la réalisation de la réaction au moyen de la chaleur devienne pratiquement impossible. Elle sera facilement obtenue, au contraire, par l'absorpton, par molécule, d'un seul quantum d'énergie radiante ultra-violette caractéristique de cette molécule, qui vaut en général bien plus de dix quanta moléculaires.

Cela peut être compris plus clairement sur un exemple particulier, soit la décomposition du gaz chlorhydrique en hydrogène et chlore. Le quantum moléculaire du gaz chlorhydrique est environ $5{,}7.10^{-13}$ erg, tandis que la valeur d'un quantum d'énergie ultra-violette absorbée est de $9{,}7.10^{-12}$ erg, soit environ 17 fois supérieure. L'activation d'une molécule de gaz chlorhydrique de façon à pouvoir être décomposée nécessite justement 17 quanta moléculaires, qui peuvent donc lui être fournis aisément par exposition du gaz à l'énergie rayonnante de longueur d'onde 203$\mu\mu$, puisque l'absorption d'un seul quantum de cette énergie rayonnante se trouve être suffisante. Au contraire, pour produire cette réaction par la chaleur, il faudra que chaque molécule absorbe consécutivement 17 quanta moléculaires, c'est-à-dire aussi 17 quanta d'énergie rayonnante infra-rouge, et sans en perdre d'autre part pendant le phénomène, et cela avant d'être en état de se décomposer. La préparation d'hydrogène et de chlore à partir du gaz chlorhydrique est donc très difficile à obtenir à l'aide de la chaleur; elle est produite facilement par la lumière.

Une autre réaction fortement endothermique réalisable par voie photochimique est la synthèse

(1) C'est ce qui arrive, par exemple, pour les réactions entre électrolytes. La configuration active correspond à l'état ionisé des molécules réagissantes, et cet état est produit par la présence de l'eau, le solvant.

de l'aldéhyde formique à partir du gaz carbonique et de l'eau : il a été montré que sous l'action de lumière de longueur d'onde 200$\mu\mu$, la réaction se produit conformément à l'équation :

$$CO^2 + H^2O \rightarrow HCHO + O^2.$$

Ces deux exemples suffisent à montrer que, bien qu'en général il n'y ait pas de différence essentielle entre deux réactions chimiques quelconques, celles qui sont fortement endothermiques ne peuvent être pratiquement réalisées que par action photochimique.

Examinons maintenant plus en détail la deuxième réaction, la photosynthèse de l'aldéhyde formique à partir du gaz carbonique, réaction dont l'importance est grande, parce qu'elle constitue sans doute le premier pas de la formation d'un grand nombre de substances complexes produites par les plantes vivantes. Des travaux récents faits à Liverpool sur cette réaction ont éclairé le mécanisme par lequel les plantes vivantes la produisent, et aussi le problème général de la photosynthèse des produits végétaux.

La synthèse de la formaldéhyde a bien été réalisée par voie photochimique au laboratoire, mais avec des radiations de longueur d'onde 203$\mu\mu$, et ce n'est certainement pas le cas pour les plantes, puisqu'il n'y a pas, dans la lumière solaire qui parvient à la terre, de radiations ayant une longueur d'onde aussi courte. D'une manière ou d'une autre, la plante doit produire cette réaction par absorption de lumière visible, car il est bien connu que la lumière visible est seule nécessaire pour la photo-assimilation du gaz carbonique. Or, on a montré expérimentalement qu'en ajoutant une substance colorante (bandes d'absorption dans le spectre visible) basique à une solution aqueuse de gaz carbonique, on obtient de la formaldéhyde en exposant le mélange à la lumière visible. L'explication en est simple : la matière colorante, étant basique, forme avec le gaz carbonique un complexe, dont les composants ont même fréquence de vibration dans l'infra-rouge, et par conséquent, mêmes quanta moléculaires. L'énergie absorbée par le composant coloré est rayonnée à cette commune fréquence infra-rouge et réabsorbée par le composant carbonique. L'accroissement d'énergie que nous avons vu être nécessaire pour franchir la première étape est ainsi acquis au composant carbonique, qui va pouvoir évoluer suivant la deuxième étape, en donnant une molécule de formaldéhyde et une molécule d'oxygène. Ce type de réaction a été nommé photocatalyse, la matière colorante agissant comme photocatalyseur. Il a été prouvé que le vert malachite, le méthylorange, et la *p*.nitrosodiméthylaniline agissent comme photocatalyseurs dans cette réaction, et en présence de gaz carbonique, donnent de l'aldéhyde formique par exposition à la lumière visible.

Willstatter a précisément montré que la chlorophylle des plantes se combine avec le gaz carbonique, il n'est donc pas douteux que cette substance joue le rôle de photocatalyseur. Le complexe de couleur verte absorbe de la lumière visible, et l'énergie ainsi absorbée est transférée à l'acide carbonique par identité de fréquence infra-rouge des deux composants, avec, comme résultat, production de formaldéhyde et d'oxygène.

Quoique cette manière de voir donne une explication satisfaisante du mécanisme par lequel la plante vivante est capable de produire de l'aldéhyde formique avec l'aide de la seule lumière visible, l'histoire est loin d'être terminée, car il y a encore à considérer la formation des hydrates de carbone à partir de la formaldéhyde, ainsi que les détails du processus par lequel l'oxygène naissant mis en liberté dans la photosynthèse est transpiré par la plante sous forme de gaz oxygène.

Moore et Webster ont montré qu'une solution aqueuse de formaldéhyde exposée à la lumière ultra-violette est polymérisée pour donner lieu à des sucres réducteurs, mais ils n'ont pas indiqué la nature de ces sucres, ni la longueur d'onde la plus favorable. On a pu montrer plus récemment, à Liverpool, que cette longueur d'onde de la lumière active est de 290$\mu\mu$, ce qui établit du même coup que la polymérisation est photochimiquement distincte de la synthèse de l'aldéhyde formique. On a aussi montré indirectement que la polymérisation de la formaldéhyde peut être photocatalysée, mais cela n'a qu'un intérêt scientifique, car un tel mécanisme n'a pas besoin d'être supposé dans le cas des végétaux. En effet, la lumière ultra-violette active les molécules de formaldéhyde, et ce sont ces molécules activées qui subissent la polymérisation pour donner des sucres (il est bien connu que la formaldéhyde ordinaire, c'est-à-dire à molécules à configuration normale, ne se polymérise pas de cette façon). Mais lorsque les molécules de formaldéhyde sont d'abord produites par photosynthèse, elles apparaissent, d'après ce que nous savons, sous la forme activée, et peuvent par suite perdre de l'énergie de deux façons, soit par changement de configuration pour donner les molécules de formaldéhyde inertes, soit par

polymérisation sous forme de molécules de sucres. D'autre part il a été prouvé que les molécules activées photochimiquement se polymérisent aussitôt en sucres, et par conséquent les molécules de synthèse, qui apparaissent à l'état actif, font de même. Il n'est ainsi pas nécessaire de considérer une activation de la formaldéhyde dans les végétaux, puisqu'elle se trouve apparaître à cet état actif. Par suite, l'absence de formaldéhyde libre dans les feuilles croissantes s'explique par ce fait que le processus photosynthétique, à partir de l'acide carbonique jusqu'aux sucres, fonctionne dans ce cas sans interruption (1).

Le mécanisme du processus par lequel l'oxygène, qui est produit dans la photosynthèse en même temps que l'aldéhyde formique, est transpiré sous forme d'oxygène gazeux est un problème de grande importance, en raison des échanges d'énergie qu'il comporte. Willstätter a montré que la chlorophylle est en réalité un mélange de deux substances, la chlorophylle A et la chlorophylle B, et qu'une molécule de chlorophylle B contient un atome d'oxygène de plus et deux atomes d'hydrogène de moins qu'une molécule de chlorophylle A. Il faut donc deux atomes d'oxygène pour convertir une molécule de chlorophylle A en une molécule de chlorophylle B, et puisque ce fait correspond exactement à ce qui se passe dans la réaction photosynthétique, il est naturel de penser qu'il est utilisé. Il est des plus probable qu'une molécule de chlorophylle A se combine avec une molécule de gaz carbonique, et que ce complexe, par exposition à la lumière, donne une molécule de formaldéhyde activée et une molécule de chlorophylle B.

Willstatter hésite à admettre cette manière de voir, parce qu'il trouve que le rapport des masses des chlorophylles B et A n'est pas altéré pendant la photosynthèse; mais, ce fait ne peut être considéré comme probant, car il a montré aussi que la vitesse de transpiration de l'oxygène (2) est égale à celle d'absorption du gaz carbonique (3) : il signifie seulement qu'il y a dans la feuille quelque mécanisme par lequel la chlorophylle B est désoxygénée et reconvertie en chlorophylle A aussitôt que sa concentration dépasse une valeur déterminée. Willstätter a d'ailleurs prouvé ultérieurement qu'une solution aqueuse de chlorophylle, saturée de gaz carbonique, se décompose par exposition à la lumière, sans qu'une photoassimilation mesurable du gaz carbonique se produise : ceci apporte une autre confirmation du fait qu'il y a dans les végétaux un mécanisme qui maintient l'équilibre de la chlorophylle.

Dans la cellule vivante, siège de photosynthèses, on trouve, outre la chlorophylle, deux autres pigments, la carotine $C^{40}H^{56}$, et la xanthophylle $C^{40}H^{56}O^2$, la relation entre ces deux corps vis-à-vis de l'oxygène étant la même que celle qui existe à ce point de vue entre les deux chlorophylles A et B. Cette relation suggère que la carotine a le pouvoir de réduire la chlorophylle B à l'état de chlorophylle A, la carotine étant elle-même oxydée pour donner de la xanthophylle. Cette conception s'accorde bien avec l'observation de Willstatter, selon laquelle le rapport entre la masse de xanthophylle et celle de carotine s'accroît pendant l'opération photosynthétique. Cet accroissement, quoique parfaitement défini, n'est cependant pas suffisant pour donner lieu à une diminution observable de la quantité d'oxygène transpirée.

La réaction complète $H^2O + CO^2 \rightarrow HCHO + O^2$ est fortement endothermique, elle correspond à l'absorption d'environ 150.000 calories par molécule-gramme de formaldéhyde produite; et il est intéressant de noter qu'un quantum d'énergie absorbé dans la région visible par la chlorophylle n'est pas suffisant pour produire la réaction complète : en effet, 150.000 calories par molécule-gramme corespondent presque exactement à un quantum par molécule d'énergie lumineuse de longueur d'onde $= \gamma$ 200 $\mu\mu$, et par conséquent à plusieurs quanta d'énergie lumineuse visible. Certaines expériences quantitatives ont montré qu'une explication possible de ce fait résulte de ce que l'acide carbonique se trouve partiellement activé par combinaison avec la chlorophylle. Il se peut aussi que, alors qu'un quantum d'énergie lumineuse de $\lambda = 200\mu\mu$ est requis pour la réaction complète avec dégagement d'oxygène libre, un quantum de lumière visible serait suffisant pour produire la réaction:

$$\text{Chlorophylle A} + H^2CO^3 \rightarrow \text{Chlorophylle B} + HCHO.$$

Il est à peine nécessaire d'indiquer que l'une ou l'autre de ces alternatives ne fait qu'étendre le principe de la photocatalyse, comme il a été défini plus haut. Dans l'un et l'autre cas, la fin de la réaction, par laquelle l'oxygène est extrait de la chlorophylle B et transpiré dans l'atmos-

(1) Baly, Heilbron et Barker, *Trans. Chem. Soc.* 119 (1921), 1025.

(2) Qui correspond à la destruction de molécules de chlorophylle B en chlorophylle A et oxygène.

(3) Qui correspond à la disparition des molécules de chlorophylle A pour former le carbonate complexe.

phère, nécessite une nouvelle fourniture d'énergie. Cette seconde quantité d'énergie est sans doute absorbée par la carotine et la xanthophylle, dont les bandes d'absorption se trouvent dans la région visible du spectre et entre celles de la chlorophylle, de sorte que toutes ces substances peuvent absorber la lumière simultanément, et chacune indépendamment des autres. Cette théorie est actuellement à l'étude (expérimentale).

On peut en outre citer quelques autres travaux, actuellement en cours à Liverpool, qui ont déjà donné des résultats suggestifs et pleins de promesses pour l'avenir. Par l'action de la lumière ultra-violette sur des solutions aqueuses de formaldéhyde, on a pu préparer plusieurs centaines de grammes de sirop de sucre concentré. L'analyse de ce sirop a montré que les seuls produits de la polymérisation sont des hexoses, et on n'a pu trouver trace d'un triose ou d'un pentose. Résultat très frappant, en raison de la possibilité cependant plus grande, d'après la théorie cinétique, de la formation de sucres contenant moins de six atomes de carbone. Il ne saurait être mis en doute, par suite, que les seuls produits de la polymérisation de la formaldéhyde activée résultant de la photosynthèse dans les plantes vivantes soient aussi des hexoses. Non seulement ce résultat apporte une explication facile de l'accumulation d'amidon dans les chloroplastes pendant la période d'activité photosynthétique et sa subséquente hydrolyse pour former des hexoses, qui sont utilisées par la plante dans d'autres synthèses, mais il établit aussi le fait que les pentoses doivent être formés à partir des hexoses, peut-être par l'intermédiaire de composés du furane; en outre, il ouvre la porte aux théories les plus séduisantes de la synthèse d'autres produits végétaux, dont chaque étape est attachante dans sa simplicité.

Enfin, se pose la question de la production de divers composés azotés dans la plante, qui est d'un intérêt considérable, puisqu'il semblerait que la principale source dont la plante tire son azote soit le nitrate de potassium. Il est bien connu que les nitrates métalliques sont facilement convertis en nitrites en présence des catalyseurs matériels ou de la lumière ultra-violette. Baudisch a montré qu'une solution aqueuse de nitrite de potassium et d'alcool méthylique, par exposition à la lumière ultra-violette, donne de l'acide formhydroxamique, l'alcool étant d'abord converti en formaldéhyde. Ce fait a été confirmé à Liverpool en étudiant l'action de la lumière ultra-violette sur des solutions aqueuses de nitrate ou de nitrite de potassium contenant de la formaldéhyde, et on a pu montrer qu'une molécule activée de formaldéhyde se combine avec une molécule de nitrite de potassium, conformément à l'équation :

$$CH^2O + KNO^2 \rightarrow CH(OH)-NOK + O.$$

On a aussi trouvé que si l'aldéhyde formique activée est en excès, il y a production simultanée et indépendante d'hexoses et d'acide formhydroxamique. Cette condition est sans doute celle qui se trouve réalisée dans la plante, et on peut conclure que les deux synthèses s'accomplissent dans la feuille sans influence mutuelle. Il convient de noter que la photosynthèse de la formaldéhyde et la synthèse de l'acide formhydroxamique sont accompagnées l'une et l'autre d'un dégagement d'oxygène.

Des expériences sont en cours, d'autre part, sur la réaction entre la formaldéhyde activée et l'ammoniaque, et quoique les résultats ne soient pas encore complets, il se trouve pourtant dès maintenant établi que la réactivité de la formaldéhyde activée vis-à-vis de l'ammoniaque est considérable. Par suite, quel que puisse être le point de départ au point de vue azote — nitrate de potassium ou ammoniaque — il n'est pas douteux que, en présence de formaldéhyde activée telle que celle qui est produite dans la plante par photosynthèse, des composés se forment où l'azote et le carbone sont unis, permettant ainsi le premier pas vers la synthèse des protéines, du pyrrol et des alcaloïdes.

En résumé, le seul processus photosynthétique dans la plante vivante paraît être la production de formaldéhyde activée à partir du gaz carbonique et de l'eau. Ces molécules activées, ou bien se polymérisent pour donner des hexoses, ou bien réagissent avec le nitrite de potassium ou l'ammoniaque. Les réactions suivantes ne sont pas photochimiques, à moins que les premiers composés azotés de synthèse ne se combinent avec un plus grand nombre de molécules de formaldéhyde activées pour donner des dérivés azotés complexes.

Prof. E.C.C. BALY, F.R.S.
Professeur à l'Université de Liverpool.

Article traduit de l'anglais (Nature, *Londres*, 16 *mars* 1922) *et adapté par* L. BRUNINGHAUS, *docteur ès-sciences, professeur agrégé de l'Université.*

L'ATLANTIDE

La tradition de la submersion de l'Atlantide a été longtemps reléguée parmi les fables : je partageais moi-même l'opinion générale, jusqu'au moment où les géologues américains eurent déterminé, entre des limites étroites (7 à 10 mille années), le temps qui s'est écoulé depuis le recul des glaciers de l'époque, dite glaciaire.

Je me rappelai alors que Platon donnait une durée sensiblement pareille au temps, qui s'est écoulé, depuis la disparition de l'Atlantide : cette dernière, d'après lui, existait 9.000 ans avant son époque et disparut à une date plus récente. Je fus ainsi conduit à accepter la tradition de l'Atlantide comme vraie, à considérer sa disparition comme connexe du recul des glaciers, grâce à la formation du Gulf-Stream, qui aurait été la cause de ce recul, et à admettre comme sensiblement contemporains les trois phénomènes de la disparition de l'Atlantide, de la formation du Gulf Stream, du recul des glaciers; et ainsi s'expliquait la coïncidence des dates des géologues américains avec celle de Platon.

Je communiquai cette manière de voir au Congrès Archéologique d'Athènes de 1905. Depuis la question a été reprise par l'Eminent Maître, M. Pierre Termier (1).

Je me propose aujourd'hui d'exposer toutes les raisons qui militent en faveur de l'exactitude des faits énoncés par la tradition.

Et d'abord passons en revue les données de Platon : les unes se rapportent à l'Atlantide, dans l'Océan Atlantique, les autres à l'Acropole d'Athènes, qui aurait subi le contrecoup des phénomènes grandioses qui se passaient dans l'Océan. Voici ces données :

a) Dans l'Océan Atlantique, au devant du détroit des Colonnes d'Hercule, existait une île plus grande que la Libye et l'Asie réunies : de cette île on passait aux autres îles : de ces dernières à tout le continent qui entourait l'Océan. (*Platon Timée* 24, E).

b) Cette île existait 9.000 ans avant Platon. (*Loc. cit. Critias* 108, E).

c) L'Acropole ne se présentait pas autrefois comme aujourd'hui : car il survint, pendant une nuit funeste, des tremblements de terre et une inondation, la troisième avant celle de Deucalion. L'Acropole s'étendait avant jusqu'à l'Eridanos et l'Ilissos et comprenait le Pnyx et le Lycabette; elle était couverte de terre et formait, à peu d'exceptions près, une surface plane. (*Loc. cit. Critias,* 111, 112 E).

d) A une époque plus récente, à la suite de grands tremblements de terre et d'inondations, en un jour et une nuit fatale, tout ce qu'il y avait de guerriers sur l'Acropole fut englouti, et l'île Atlantide disparut sous la mer : aussi l'Océan à cet endroit est devenu impraticable et inexploré, une mince couche d'argile, que l'île a laissée en s'abîmant, barrant tout passage. (*Loc. cit. Timée* 25 C. D.).

Avant de donner les preuves scientifiques de ces faits, éclaircissons d'abord deux points qui semblent plaider contre la réalité de la tradition. L'Atlantide, dit Platon, était plus grande que la Libye et l'Asie réunies. Or, il ne serait pas possible de placer ces deux contrées dans l'espace que leur assigne Platon : mais il ne faut pas oublier que les anciens avaient une connaissance imparfaite de ces contrées, ce qui explique une erreur même grossière dans l'évaluation des surfaces géographiques.

Le deuxième point à expliquer est l'obstacle insurmontable que présentait la mince couche d'argile, sur l'emplacement de l'Atlantide.

Si l'on se rappelle la frayeur des compagnons de Colomb, à la vue de la mer des Sargasses, on comprend que les explorateurs anciens n'aient pas osé s'aventurer à travers les bancs d'algues, qu'ils prirent, comme les compagnons de Colomb, pour des prairies impraticables.

Pour vérifier les diverses autres données de la tradition de l'Atlantide, nous aurons recours aux divers faits que l'étude du globe a pu vérifier aux dernières époques. L'un de ces faits est l'envahissement d'une grande partie de l'Europe et de l'Amérique du Nord par les glaces. Avant cet envahissement, c'est-à-dire au pliocène supérieur, l'Europe et l'Afrique du Nord paraissent avoir été reliées avec l'Amérique du Nord par des terres, permettant de nombreux échanges de plantes et d'animaux entre ces diverses régions.

En particulier (*Pierre Termier, loc. cit.*), il existe divers mollusques terrestres communs au bassin de la Méditerranée, aux Açores, à l'île de Madère, aux îles Canaries, aux Antilles, et à l'Amérique centrale. De même des mollusques marins identiques vivent à la fois sur les côtes des Antilles et sur les côtes du Sénégal. M. Pierre Termier cite encore des madréporaires de l'île San-Thomé, dont une espèce ne se retrouve

(1) L'Atlantide, par Pierre Termier (Bulletin de l'Institut Océanographique, 20 janvier 1913).

que dans les récifs de la Floride et quatre autres ne sont connues qu'aux Bermudes. Tout cela confirme l'existence, avant l'époque glaciaire, d'un continent atlantique reliant l'Afrique, l'Europe et l'Amérique, avec rivage au sud allant des Antilles au golfe de Guinée par les îles Bermudes.

Mais les connaissances géologiques nous apprennent quelque chose de plus : avec l'invasion des glaces du nord, un nombre considérable de coquilles arctiques « les immigrés du Nord » font leur apparition dans la Méditerranée, ce qui présuppose le morcellement du continent atlantique dont il vient d'être question, et rien n'empêche d'admettre que ce morcellement se soit fait suivant un mode, rappelant les terres atlantiques, telles que les représente Platon, d'une grande île, entourée d'autres îles. L'avancement des glaces s'accentuant de plus en plus même après le morcellement du continent atlantique, on en conclut que les îles ainsi formées avaient été suffisamment rapprochées (comme il semble résulter aussi de la description de Platon), pour empêcher l'établissement, entre l'équateur et le nord, de courants chauds qui auraient interrompu l'avancement des glaces, s'ils s'étaient formés.

Cet état aurait persisté pendant toute l'époque dite glaciaire. A la fin de celle-ci, les terres atlantiques ont disparu, la mer occupe tout l'Océan Atlantique, le Gulf Stream s'est formé, provoquant la fusion des glaces. Ainsi donc le doute semble ne pouvoir exister : l'Atlantide a existé et elle a disparu en même temps que l'époque glaciaire. Les dates des deux disparitions sont connexes, elles doivent être très proches l'une de l'autre et c'est ce que nous avons constaté.

Les îles Açores, Madère, Canaries, celles du Cap Vert seraient les vestiges de l'Atlantide, au Sud.

Mais le phénomène aussi grandiose d'une île immense, engloutie à plusieurs milliers de mètres au-dessous de la surface de l'Océan, n'a-t-il pas laissé d'autres preuves plus directes des convulsions de l'écorce terrestre? Nous allons voir que de pareilles preuves existent aussi.

M. Pierre Termier, dans son admirable conférence, a montré que des laves extraites du fond de l'Océan, à 3.000 mètres de profondeur, entre les Açores et l'Islande, à 900 km. des premières étaient entièrement vitreuses, au lieu de présenter une structure cristalline, comme cela aurait dû se produire, si elles s'étaient épanchées sous 3.000 m. d'eau. Il en a déduit très justement que **ces laves ont dû couler sur une terre exondée,** qui plus tard s'est abîmée à 3.000 m. de profondeur.

Une autre preuve non moins importante de l'effondrement de l'Atlantide est la suivante.

En prolongement des lits des fleuves, qui se jettent dans l'Océan Atlantique, existe un sillon, qui se continue très loin au fond de la mer, jusqu'à près de 3.000 m. au-dessous du niveau actuel. Ed. Suess avait émis l'hypothèse que ce sillon était produit par les déjections du fleuve : ces dernières se déposeraient, de préférence, des deux côtés du courant, contre l'eau salée de la mer. Cette manière de voir se trouve en défaut avec ce qu'on a observé dans certains cas, tel que celui de l'Hudson-River de New-York. Le lit sous-marin de ce fleuve se présente, à la profondeur de 2.000 m., avec un canyon dont les murs encaissants ont plus de 1.100 m. de hauteur : au delà, ce lit reçoit des affluents et est encore reconnaissable à plus de 2.700 m. de profondeur. Ces détails ne peuvent se rapporter qu'à un lit formé sur une terre exondée qui aurait été submergée plus tard. L'existence de pareils lits submergés des fleuves qui se jettent dans l'Atlantique sont l'indice de l'affaissement de côtes de cet océan, affaissement certainement connexe de celui de l'Atlantide. D'ailleurs, en Europe cet affaissement des côtes atlantiques, se retrouve sur les côtes du nord, et date de l'époque du recul des glaces, comme le prouve la séparation, à cette époque, de l'Angleterre d'avec le Continent: il se retrouve encore aux Alpes (1).

Ainsi donc l'affaissement de l'Atlantide se produisait en même temps que celui de toute la partie occidentale de l'Europe et la partie orientale de l'Amérique.

Enfin, comme conséquence inéluctable de la disparition de l'Atlantide, nous avons l'abaissement ou la régression de la mer, sur laquelle j'ai attiré l'attention par de nombreux travaux (2).

En effet, l'amplitude de l'affaissement, ayant été de plusieurs milliers de mètres sous la mer et sur une vaste étendue, n'a pu que produire un abaissement considérable du niveau marin, abaissement qu'a enregistré l'île de Siphnos, en Grèce, avec une netteté extraordinaire, trahissant la date récente du phénomène.

Des perforations nombreuses de lithophages se poursuivent depuis le sommet de l'île (700 m. environ), jusqu'au niveau actuel. L'existence

(1) Ph. Négris, C. R. de l'Académie des Sciences 3 janvier 1922 et 18 octobre 1920.

(2) Régression quaternaire Ch. XI. Roches Cristallophyliennes et Tectonique de la Grèce, 1er Appendice, p. 182. Ch. XXIII.

des perforations sur toute la hauteur de 700 m. prouve d'ailleurs que les affaissements des terres, qui produisaient la régression, eurent lieu petit à petit, de manière à laisser aux mollusques lithophages le temps de se développer à chaque niveau de la mer (1). Ces perforations élevées se retrouvent, en Grèce, aussi ailleurs, au-dessus du golfe de Corinthe, à l'ouest du village de Platanos, à 700 m. environ; de même au-dessus du village de Zéménos. Des rivages élevés sont encore trahis par l'examen de terrasses marines postpliocènes qui s'échelonnent tout le long du même golfe, et l'on peut se demander pourquoi on ne retrouve pas ces niveaux élevés dans d'autres régions. Les affaissements de rivages, que nous avons vu se produire un peu partout, avec une amplitude considérable, seraient souvent une explication suffisante de cette anomalie : tel serait le cas pour les côtes riveraines de l'Atlantique. D'autres raisons pourraient être aussi invoquées ailleurs, telles que l'érosion. Cependant, nous rappellerons qu'à l'extrême nord de l'Amérique, dans la baie de Polaris, à 600 m., on observe des gisements de bois flotté avec *Mya truncata*. Il semble que l'on ait là les traces de la mer après le recul définitif des glaces et cela va nous permettre de jeter quelque lumière sur la contemporanéité de la disparition de l'Atlantide et des dislocations qui ont atteint l'Acropole, au dire de Platon.

Rappelons d'abord qu'en Grèce nous sommes en présence d'un autre affaissement important, de l'affaissement du continent qui reliait la Grèce avec l'Asie Mineure, de l'Egéis, comme on l'appelle, continent qui comprenait non seulement la mer Egée, mais aussi les côtes d'alentour qui ont, sans doute, pris part à l'affaissement. On sait aujourd'hui que ce continent existait à l'époque Chelléenne (2). L'affaissement avança petit à petit du Sud au Nord : lorsqu'il atteignit Siphnos, la mer avait, comme nous avons vu, 700 m. et peut-être plus. L'Attique, sans doute, n'avait pas encore été atteinte par l'affaissement à cette époque et l'Acropole devait dépasser le niveau de 700 m. de la mer. Lorsque l'affaissement atteignit l'Acropole, cette dernière fut morcelée, tandis que la mer engloutissait tout ce qui se trouvait au-dessus du rocher, terre et guerriers, au dire de Platon.

Mais quel niveau avait la mer à l'époque de ces catastrophes?

Jusqu'à présent on n'a pas découvert des traces certaines de la mer de 600 m. aux environs de l'Acropole. J'ai observé sur le mont Géranéia, à la même latitude qu'Athènes, des perforations de lithophages à 560 m. environ : dans l'Attique même, sur des blocs détachés, à 550 m. sur le Parnès, et à 450 m. sur l'Hymette au-dessus de Kœssariani. La découverte à 600 m., sur rocher, reste à faire et alors seulement la confirmation de la contemporanéité des phénomènes de l'Atlantique et de l'Attique sera prouvée (1).

J'ajouterai que la régression de la mer donne encore l'explication d'un autre passage de Platon. C'est ainsi qu'il fait dire aux prêtres de Saïs, que le mythe des Grecs de l'embrasement de la terre par la maladresse de Phaéton, qui ne sut pas conduire le char de son père, (le soleil), tout légendaire qu'il était, était inspiré par des phénomènes naturels. «Il était survenu, disent les prêtres, dans un passé lointain, de grands changements dans les choses de la terre et du ciel et une catastrophe par un feu dévorant... et dans cette circonstance encore le Nil sauva les habitants de l'Egypte. » Or la Géologie nous enseigne que les déserts, au milieu desquels se trouve l'Egypte, ceux d'Arabie à l'est, ceux de la Libye et du Sahara à l'ouest, étaient soumis à un régime de pluies intenses et possédaient de nombreux habitants. Or, tant que le niveau de la mer était suffisamment élevé, les nappes d'infiltration, qui aboutissaient à cette dernière, se maintenaient à des cotes assez élevées pour donner lieu à des sources abondantes qui rendaient ces régions habitables. Avec l'abaissement du niveau marin les nappes d'eau s'abaissèrent, les sources tarirent, et la surface de la terre, privée d'humidité et exposée aux ardeurs d'un soleil brûlant, fut transformée en désert. C'est l'embrasement général de la terre des prêtres de Saïs.

Un affaissement d'ailleurs de la partie nord de l'Afrique aurait facilité l'écoulement des eaux des sources vers la mer. Cet affaissement est trahi par l'inclinaison de couches attribuées à l'Aurignacien, recouvertes en discordance par des couches récentes (2).

Il nous reste encore à retrouver dans les Annales de la Géologie les trois inondations ou déluges cités par Platon, comme ayant précédé le déluge de Deucalion. Le dernier des trois serait

(1) Ph. Négris. C. R. de l'Académie des Sciences, 6 février 1922.

(2) Cayeux. Description physique de l'île de Délos, p. 39 et Ph. Négris. C. R. de l'Académie des Sciences, 6 février 1922.

(1) M. Lespineux, ingénieur belge, m'a gracieusement communiqué qu'il a observé dernièrement, à Grammatico, près de Marathon, sur roche en place, des perforations à 500 mètres au-dessus de la mer.

(2) Haug. Traité de Géologie, 1881.

celui qui sévit dans l'Attique, comme il a été dit plus haut. Le deuxième aurait sans doute accompagné l'affaissement de l'Afrique du Nord, dont il vient d'être question; et le premier aurait accompagné un autre affaissement, celui de « l'Adriatis » ou continent qui occupait la place de la mer Adriatique, du moins de la partie nord de cette mer, affaissement qui daterait de l'époque wurmienne, comme nous l'avons montré ailleurs (C. R. de l'Académie des Sciences, 17 mai 1920).

La date relativement récente de tous les phénomènes, que nous avons passés en revue, explique que les prêtres de Saïs aient enregistré les catastrophes terribles de ces temps peu lointains. D'autre part, l'imagination ardente des Grecs a, elle aussi, conservé le souvenir de ces convulsions de la terre, sous la forme du mythe de la Titanomachie d'Hésiode, dans laquelle les rochers s'écroulent dans la lutte des Titans contre les Dieux de l'Olympe; les flots de la mer sont déchaînés, des vapeurs brûlantes s'élèvent jusqu'aux cieux, la terre entre en fusion. Citons encore, comme se rapportant aux mêmes convulsions, le mythe d'Egine, fille du fleuve Asopus de la Corinthie, enlevée par Jupiter, et celui de Sisyphe, condamné par Jupiter à élever sans cesse un bloc de rocher, jusqu'au haut d'une colline, sans pouvoir l'y établir, parce qu'il croulait à peine arrivé au sommet.

Quant à Délos, que la régression a mis à découvert à une époque toute récente, lorsque le niveau de la mer n'était distant que de cent et quelques mètres du niveau actuel, elle nous est représentée par la fable comme étant sortie des flots pour recevoir Latone que poursuivait la colère de Junon.

Au moment de terminer, je ne voudrais pas laisser l'impression que nous vivons encore sur un sol perfide et que nous courons le risque d'un moment à l'autre d'être engloutis. Un nouveau phénomène, auquel nous assistons, et qui a succédé à la régression, depuis 3 à 4 mille ans, est là pour nous rassurer (Roches cristallophyliennes, etc., *loc. cit.*, p. 289); il s'agit de la transgression de légers mouvements, suites lointaines d'un rajustement de l'écorce, qui n'ont plus rien de commun avec les effondrements grandioses de continents entiers du passé.

PH. NÉGRIS,

Docteur honoraire de l'Université d'Athènes.

LES JARDINS ZOOLOGIQUES D'EUROPE

EN 1912 (*Suite* (1))

III. — ALLEMAGNE

Hambourg. — Le Jardin Zoologique de cette ville a été fondé par une société d'actionnaires, en 1863. Son actif est de plus d'un million de francs, et ses recettes annuelles dépassaient 400.000 francs, il y a quelques années. Mais, depuis cette époque, le Jardin a beaucoup souffert de la concurrence du Jardin Zoologique de Stellingen, situé à peu de distance de Hambourg, sur le territoire d'Altona, et qui attire le gros du public par des exhibitions théâtrales, si bien qu'il a été question de fermer celui-ci. Son Directeur actuel, le Dr VOSSELER, a obtenu une prolongation de douze ans, en attendant que la ville donne à son Jardin une subvention qu'il mérite à tous égards.

Quoi qu'il en soit, dans la saison où nous l'avons visité, ce beau jardin, très bien situé, était fréquenté par un public nombreux à l'heure de la musique, c'est-à-dire de 5 à 8 h. du soir (au mois de juillet). On peut juger du goût des Allemands pour la musique instrumentale, par ce fait que *tous les jours*, pendant *trois heures* consécutives, une musique militaire, toujours la même, s'y faisait entendre, exécutant *douze morceaux* en trois reprises séparées par un court repos de dix minutes. Je doute fort qu'en France on ait jamais supporté trois heures de musique militaire!

Les bâtiments qui servent à loger les animaux sont bien conçus et bien exécutés, sans ce luxe inutile qui m'avait frappé dans la galerie des Féroces et le Temple Egyptien d'Anvers. Je ne parlerai pas de la maison des Singes Anthropoïdes, qui était en construction : ces Singes étaient provisoirement placés dans la Maison des Autruches, peu appropriée à cet usage.

On y voyait un Orang brun mâle, d'âge moyen (2), à paupières couleur de chair, le reste de la face étant noir; la poche gutturale était déjà développée. Il avait pour compagne une grosse femelle Chimpanzée, à peu près de son âge, sans qu'on puisse assigner un chiffre même approximatif à cet âge, faute de termes de comparaisons dans les autres Jardins Zoologiques.

(1) Voir *Revue Scientifique*, n° du 9 septembre 1922, p. 580.

(2) On désigne ici cette espèce ou variété sous le nom d' « Orang-singha ».

Les Carnivores les plus remarquables sont trois Tigres de Mantchourie, de plus grande taille que les Tigres d'Indo-Chine et à pelage plus long. Originaires d'une région froide, ces beaux animaux vivent, en Europe, beaucoup mieux et plus longtemps que les Tigres des régions intertropicales, que la tuberculose emporte à bref délai. Malheureusement le prix de ces animaux est bien plus élevé que celui des Tigres de l'Inde, et le muséum de Paris n'a jamais été assez riche pour faire un semblable achat.

Au moment de ma visite, le Jardin venait de recevoir quatre jeunes « Fossas » de Madagascar (*Cryptoprocta ferox*), dont j'ai pu constater la force surprenante. M. Vosseler, qui me guidait, voulant me montrer la souplesse de ces Chats plantigrades, prit dans un coin un de ces balais garnis de crins qu'on appelle vulgairement « chambrière », et l'appliqua sur la grille de la cage pour exciter les animaux et les faire sauter. En un clin d'œil les quatre Fossas, s'élançant à la fois, saisirent avec leurs dents les crins du balai, et malgré tous ses efforts, M. Vosseler, qui est pourtant jeune et robuste, ne put réussir à les faire lâcher prise; le manche du balai fut brisé et la brosse de crins resta au pouvoir des Cryptoproctes. Or, chacun de ces animaux n'était guère plus gros qu'un chat domestique.

Parmi les Rongeurs je citerai trois Castors qui ont construit une hutte; des Cobayes sur lesquels M. Vosseler fait des expériences de croisement : il est arrivé, par sélection, à leur faire reprendre le pelage d'un fauve brun tiqueté du *Cavia* sauvage de l'Amérique du Sud. Les jeunes sont noirs.

Des Gerboises et surtout un *Pedetes caffer* à formes de Kangourou; des *Acomys cahirinus*, souris à pelage dur ; des Hamsters (*Cricetus*) ; un Ecureuil géant (*Ratufa gigantea*); un Rat géant d'Afrique (*Thryonomys swinderianus*), et d'autres encore, complètent cette intéressante série.

Les Marsupiaux sont représentés par huit ou dix espèces de Kangourous; un Didelphe américain (*Metachirus crassicaudatus*); un Phalanger d'Australie (*Trichosurus vulpecula*), animal dont la fourrure est si recherchée, depuis quelques années, sous le nom « d'Opossum » pour les écharpes et les manchons de dames.

Les Ongulés sont plus intéressants encore. J'ai surtout remarqué deux Poneys du Togo (Afrique

Fig. 59. — La *Clause* de Stellingen avec ses Lions et Tigres (Le fossé servant de limite préservatrice en avant, est caché par un léger repli de terrain).

Occidentale), qui, malgré leur petite taille, ont conservé les formes élégantes du pur-sang anglais avec des jambes grêles et un sabot petit et comprimé comme celui des Ânes; un couple d'*Hydropotes inermis*, petits Cerfs de Chine, dépourvus de bois, mais à longues canines. Le Jardin possède trois Éléphants, dont un d'Afrique; une Girafe déjà âgée; des Zèbres de montagne et de Burchell, un Babiroussa de Célèbes; un Potamochère d'Afrique, de couleur rousse avec une raie dorsale blanche, deux espèces de Gnous, etc.

Deux Paresseux d'Amérique reçoivent presque tous les jours l'hommage des dames de la ville sous forme de bouquets de roses, non pas pour en sentir le parfum, mais pour les dévorer : il paraît que c'est pour ces Édentés une véritable friandise.

Enfin, parmi les animaux rares, je citerai encore un Phoque à capuchon (*Cystophora*) et un jeune Lamantin d'Amérique (*Manatus*), dont le bassin d'eau douce est malheureusement beaucoup trop petit. Ce Siréniде est logé dans la galerie des Reptiles qui renferme plusieurs Sauriens intéressants : un *Metopoceros cornutus*, des Iguanes, etc.

La Volière est très riche surtout en Oiseaux de la faune d'Europe, que l'on voit rarement dans les Jardins Zoologiques, tels que : *Coucou*, Huppe, *Monticola cyanea*, *Monticola saxatilis*, ce dernier à chant très musical, *Sturnus roseus*, des Pics de plusieurs espèces, des Bécasses, etc. — Parmi les Oiseaux exotiques, un *Ara de Spix*, un *Platycerque à tête noire*, des Veuves, des Tisserins, des Toucans, etc. — A la maison des Autruches, l'espèce du Somali, si remarquable par la couleur bleue des parties nues de sa peau.

En résumé, le Jardin Zoologique de Hambourg est un des plus intéressants parmi ceux que j'ai visités, et sa disparition, faute de crédits, serait très regrettable.

Stellingen. — Le Jardin Zoologique de Stellingen, fondé par Karl Hagenbeck (sur un vaste terrain acheté sur le territoire d'Altona, la ville jumelle de Hambourg, qui n'en est séparée que par un faubourg), est avant tout un établissement de vente et d'attente pour les animaux importés de tous les points du globe en Europe, et que l'importateur désire céder aux autres Jardins Zoologiques. Mais son intelligent directeur en a fait un lieu de promenade très recherché des Hambourgeois, grâce à des attractions variées et souvent renouvelées : caravanes de races exotiques, représentations de dressage dans un cirque, promenades à dos d'Éléphant et de Chameau, etc. Café et Restaurant comme dans les autres Jardins.

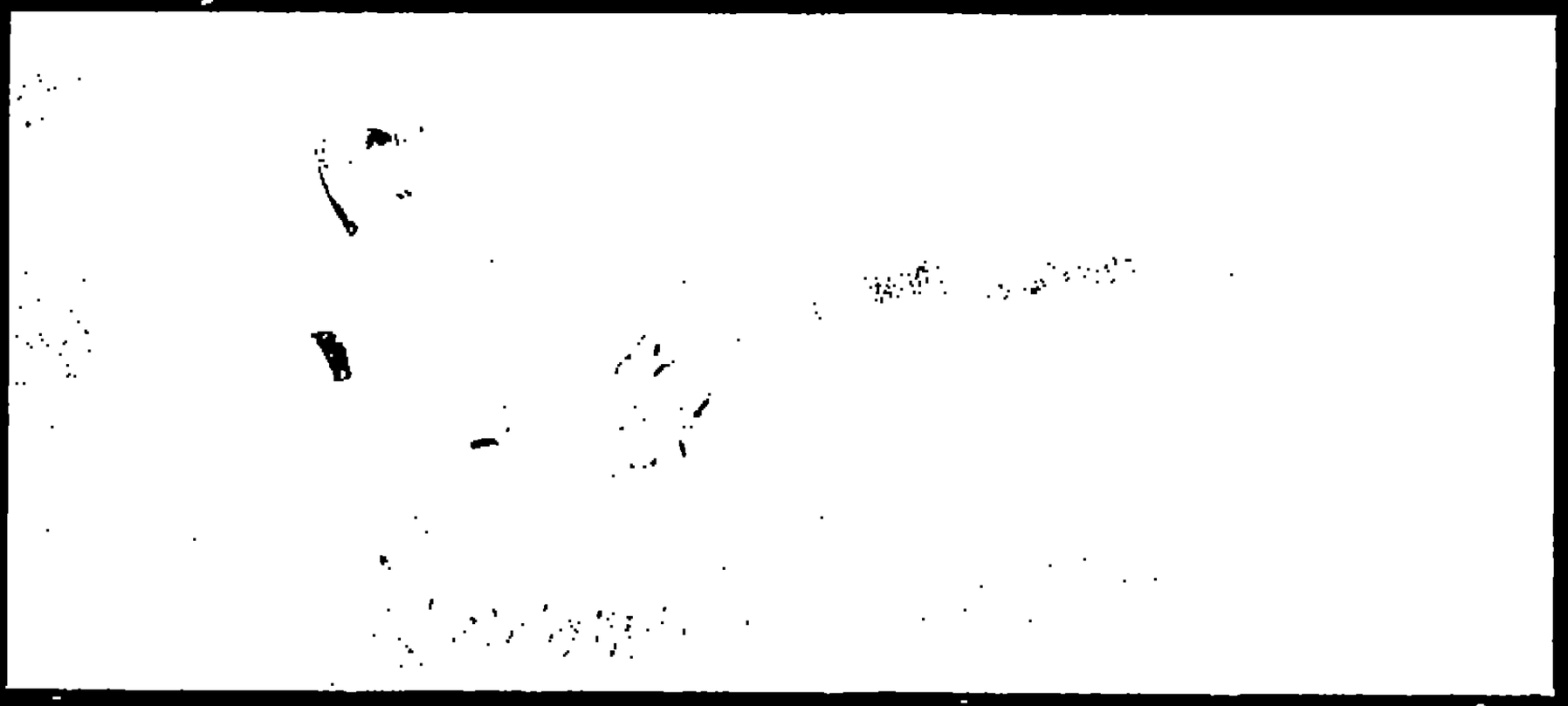


Fig. 60. — Hippopotame nain de Libéria (à tête courte et yeux saillants).

Ce sont surtout les nombreuses « fabriques » en ciment armé, figurant des grottes ou des rochers aux aspects pittoresques, et servant d'abri aux animaux, qui ont fait la réputation de ce Jardin. Bien à leur place dans un établissement de réclame et d'agrément comme celui-ci, où la vaste étendue permet la perspective, ces constructions seraient absolument déplacées dans un jardin d'une étendue restreinte, tel que le Jardin des Plantes, dont la Ménagerie occupe à peine le quart.

Je ne m'étendrai donc pas longtemps sur ces constructions, que nos architectes ne peuvent

songer à imiter dans un établissement scientifique tel que le Muséum de Paris. Je dirai seulement un mot du côté pratique de ce genre d'édifices.

On a surtout admiré la suppression à peu près complète des grilles qui bornent la vue dans les autres jardins. Ici, quand on regarde le paysage à distance, il semble que l'on soit dans le Paradis terrestre; les Lions et les Tigres ont l'air de se promener librement au milieu des Gazelles et des Antilopes dont ils pourraient faire leur proie, mais dont ils sont séparés en réalité par des fossés assez larges.

Sous ce rapport, la grande Caverne qu'on appelle à Stellingen la « Cluse des Lions », est

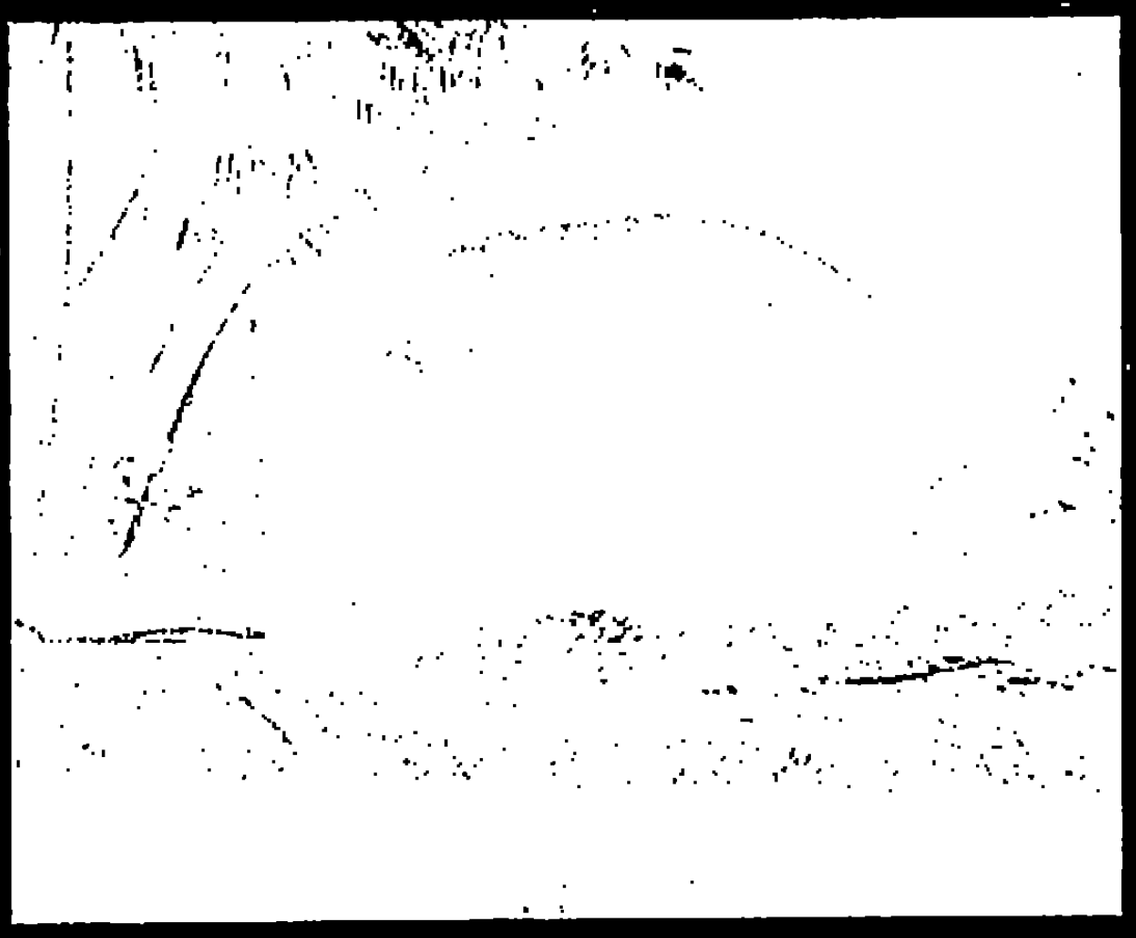


Fig. 61. Jeune Hippopotame d'Afrique (à tête longue), Haute Égypte.

curieuse à étudier. Le public n'est séparé de ces animaux féroces que par un fossé peu profond, à demi rempli d'eau. Cela suffit cependant pour supprimer tout danger (fig. 59).

Ainsi, dans la nuit qui a précédé notre visite, deux Tigres récemment entrés au Jardin avaient essayé de s'échapper en sautant dans le fossé; mais leurs griffes glissant sur le ciment hydraulique parfaitement poli du rebord extérieur, ils n'avaient eu d'autre ressource que de se mettre à la nage pour gagner une petite poterne ménagée à l'extrémité du fossé, et qui, par une pente douce, les avait ramenés à leur point de départ dans la Cluse, qu'ils n'ont jamais plus essayé de quitter.

La population animale du Jardin est, comme on le conçoit, toujours très nombreuse, entretenue par les envois que les voyageurs et les correspondants de l'établissement adressent journellement de tous les ports des cinq parties du monde. Je signalerai seulement les espèces les plus intéressantes.

Au premier rang, il faut mentionner les mammifères marins (Phoques et Otaries), parmi lesquels on remarque un couple de Macrorhines, ou Éléphants marins, et surtout une femelle de Morse que son gardien a très bien dressée et qui joue du cor de chasse. Au milieu de ces amphibies circulent de petites troupes de Manchots antarctiques, notamment du rare « Manchot royal » de la Terre de Feu.

Les Singes anthropoïdes n'étaient pas au Jardin : on les envoie chaque année pour l'été dans une île de l'Adriatique.

Parmi les Carnivores, je signalerai seulement un Lion de Perse à crinière noire bien développée, faisant mentir la vieille légende d'après laquelle les Lions asiatiques n'auraient que peu ou point de crinière.

Parmi les Herbivores, il faut citer au premier rang deux Hippopotames nains de Libéria, les premiers que l'on ait amenés en Europe (fig. 60 et 61); une Girafe de la sous-espèce *Giraffa camelopardalis tippelkirski* dont les taches sont en forme de feuille de platane ; un couple de Bisons d'Europe avec leur petit, deux Rhinocéros d'Afrique, etc. On donne aux Girafes des feuilles de chêne et d'acacia que l'on saupoudre avec du phosphate de chaux.

Une colonie de Castors, florissante il y a deux ans, a été décimée, pendant l'hiver de 1912, par un froid de 26° au-dessous de zéro.

Comme dans les autres Jardins, on trouve ici un Aquarium et un Vivarium (Insectarium). Un petit chemin de fer à voie étroite transporte les voyageurs d'un bout à l'autre de ce vaste parc, et permet d'en voir successivement tous les points de vue.

L'*Autrucherie* est située dans une Annexe voisine et mérite une visite spéciale. L'Autruche ordinaire à peau rose et l'Autruche du Somali à peau bleue, y sont toutes deux représentées. Toutes les éclosions ont lieu dans des couveuses qu'un gardien surveille jour et nuit, car la coquille des œufs est épaisse, et il faut faire un trou dès qu'on entend le poussin gratter à l'intérieur. — Dans une boutique spéciale, les dames peuvent acheter des plumes provenant des élevages de Stellingen.

Cologne. — Cette grande ville de 160.000 habitants, au commerce des plus actifs, possède un Jardin Zoologique qui peut supporter la comparaison avec les plus beaux du reste de l'Allemagne. Ce Jardin a été fondé par une Société qui comprend 1.500 actionnaires; il est placé sous la direction du Dr WUNDERLICH, et son budget annuel monte à environ 367.673 francs, somme largement couverte par les recettes. Je note que la nourriture des animaux coûte à elle seule près de 86.000 francs, chiffre supérieur à celui avec lequel la Ménagerie du Muséum devait suffire à toutes ses dépenses (71.000 fr.) en 1912.

Les constructions du Jardin de Cologne sont simples mais bien aérées et bien éclairés. Les singes anthropoïdes sont séparés du public par une cloison vitrée. Ces singes étaient représentés par un Orang brun de Sumatra.

Les Carnivores sont nombreux et comprennent : deux Tigres de Sibérie, deux Irbis ou Panthères des neiges du Thibet, une Panthère noire, un Panda (*Ailurus fulgens*), des Loups de diverses provenances, un *Cuon alpinus*, un Blaireau d'Amérique (*Taxidea americana*), un *Paradoxurus niger*, un Protèle, etc.

Dans la maison des Rongeurs, où se trouvent aussi d'autres animaux, on remarque des Lémuriens assez rares (*Nycticebus tardigradus*, *Microcebus Coquereli*), et surtout un Echidné

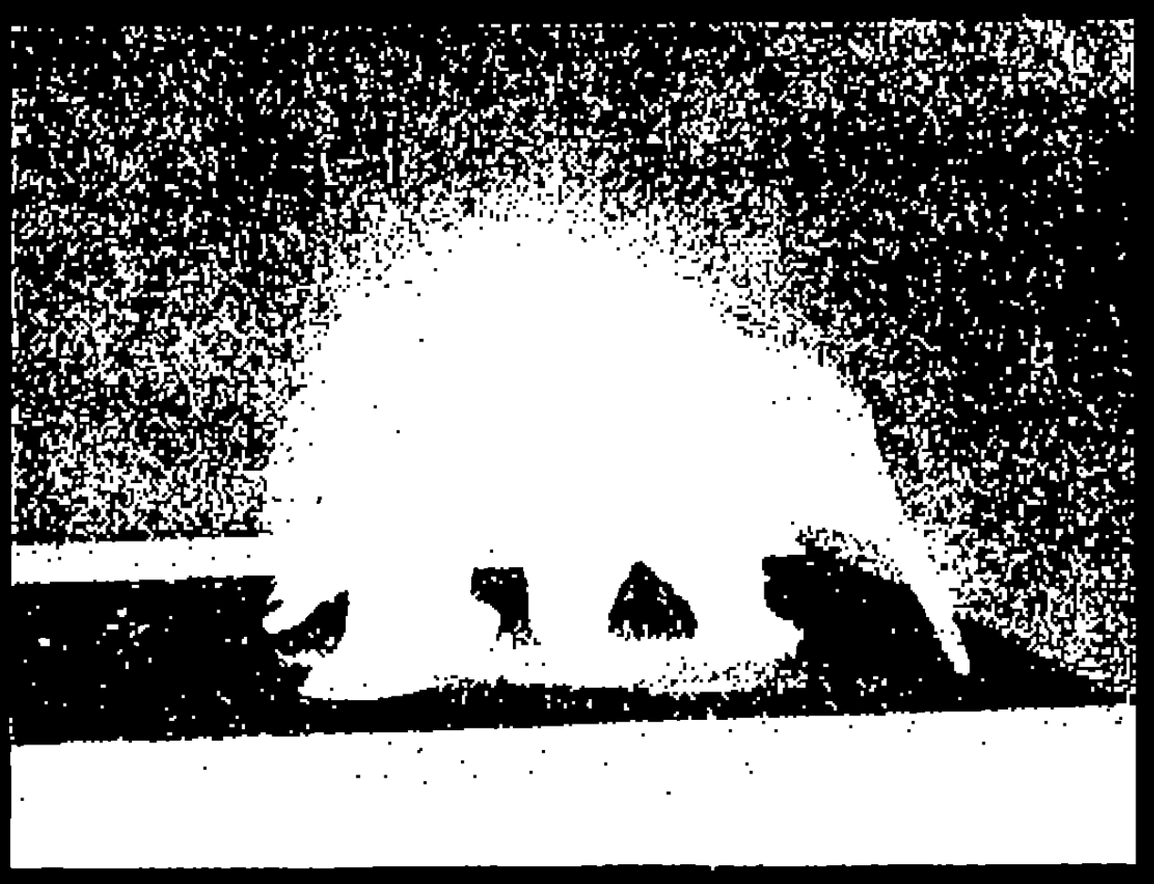


Fig. 62. — Echidné de Nouvelle-Guinée (Jardin zoologique d'Amsterdam).

(*Echidna aculeata*) qui vit ici depuis douze ans (fig. 62 et 63); un Ecureuil-volant (*Sciuropterus volucella*), etc.

Les Ongulés comprennent un Grand Eléphant, deux Tapirs à chabraque, de Malacca, un Tapir américain, deux Girafes, des Zèbres de montagne et de Burchell, les deux espèces de Bisons, des Antilopes, etc.

La collection des Oiseaux est très intéressante. Une grande cage en plein air, construite à l'imitation de celle du Jardin des Plantes de Paris, renferme les Echassiers, entre autres un Flamand rouge. Une galerie fermée présente une belle suite de Perroquets (*Licmetis nasicus*, *Galyptorhynchus stellatus*, *Eclectus roratus*, *Coracopsis obscura*, *Dorotypus occipitrinus*, etc.), des Passereaux rares (*Irena luctuosa*, *Dissemurus paradiseus*, *Buceros bicornis*, etc.), et sur-

tout un Mainate (*Eulabes intermedius*) de l'Insulinde, qui attira immédiatement mon attention par la sonorité de sa voix qui ne peut être comparée qu'à la voix humaine; cet Oiseau chante et parle beaucoup mieux que les Perroquets si criards, et son talent d'imitation égale celui du Moqueur américain.

Le Jardin de Cologne, que j'ai visité en revenant à Paris, est le dernier dont j'aie à parler ici. Je n'ai pu pousser mon voyage jusqu'à Berlin.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Ainsi que nous l'avons montré dans notre Introduction, l'infériorité de la Ménagerie du Muséum, quand on la compare aux ménageries étrangères, provient de diverses causes qui sont : 1° la vétusté et le défaut d'appropriation des bâtiments ; 2° l'insuffisance numérique du personnel; 3° le manque de place; 4° la modicité extrême du budget qui ne permet ni de nourrir convenablement les animaux, ni d'en acheter de nouveaux, et l'on peut dire que cette dernière cause est celle qui domine toutes les autres.

Nous passerons successivement en revue ces diverses causes, en indiquant les améliorations qu'il y aurait lieu d'apporter à cette situation, qui dure depuis plus d'un demi-siècle. La reconstruction de la plupart des édifices de la Ménagerie ne peut plus être différée, car plusieurs tombent en ruines et menacent les hommes et les animaux.

Les Bâtiments. — Il est à noter tout d'abord que ces bâtiments ont été élevés de 1804 à 1836. De cette date à 1888, c'est-à-dire pendant un demi-siècle il y eut un arrêt complet dans les aménagements de cette partie du Muséum; la grande Volière, la Rocaille des Carnivores et les Retraites d'hiver, constructions secondaires, sont postérieures à cette date.

La *Rotonde* des grands Herbivores est, parmi les bâtiments construits de 1804 à 1836, le seul qui puisse être conservé, bien qu'il soit d'une disposition très défectueuse. Présentant, sur le plan, la forme d'une croix de la Légion d'Honneur, les cinq loges, qui correspondent aux cinq branches de la croix, sont très difficiles à chauffer en raison de leur isolement sur trois côtés, et la loge circulaire centrale est inutilisable, au point qu'elle reste presque constamment vide (1). Cependant, depuis que l'Architecte actuel du Muséum, M. Pontremoli, a eu l'heureuse idée de faire percer des fenêtres dans le cintre, l'intérieur n'a plus l'aspect d'une cave, et l'installation d'un calorifère à eau chaude et de radiateurs, permet d'y maintenir une bonne température en hiver.

Fig. 63. — L'Echidné avalant des vers de terre.

Les Fosses des Ours, construites sur le modèle de celles qui existent, depuis des siècles, à Berne, datent de 1805. Elles sont très incommodes, puisqu'il faut passer par les deux premières pour

(1) J'ai signalé précédemment l'inconvénient grave de n'avoir qu'une seule loge pour un couple d'Hippopotames.

arriver à la troisième, ce qui est un danger permanent pour les gardiens. Dans tous les autres Jardins Zoologiques, on a remplacé ces fosses par des cages au niveau du sol, et de dimension appropriée à la taille des grands Plantigrades. Comme je l'ai déjà dit, au Jardin des Plantes, les fosses sont vite inondées dès que la Seine déborde, et l'enlèvement des habitants de ces fosses présente des difficultés inouïes. Il est indispensable de renoncer à ce dispositif depuis longtemps condamné.

La *Fauconnerie* (1825), est à refaire complètement, tandis que la *Faisanderie* (1827), que l'on a reconstruite sur le même plan, peut être conservée.

La *Singerie* est la construction qui réclame, avant toute autre, et depuis longtemps, une reconstruction sur un plan totalement différent. La grande cage centrale, appelée prétentieusement par le public de 1836 le « *Palais des Singes* », a entraîné la forme demi-circulaire de la galerie sur laquelle elle s'appuie au Nord. Aujourd'hui, personne n'admire plus cette cage, où l'on ne peut lâcher ensemble des Singes de plusieurs espèces sans qu'ils s'entretuent. Quant à la galerie, où se trouvent les cages séparées servant de logement aux Singes, sa forme en demi-cercle rend toute surveillance impossible, étant donné surtout qu'un seul gardien en a la charge. Cette singerie devra être remplacée par un édifice entièrement nouveau, plus ou moins semblable à celui d'Anvers décrit ci-dessus, et dont les fondations devront pénétrer jusqu'au roc.

La *Grande Volière,* que tous les visiteurs admirent, et que les autres Jardins se sont empressés d'imiter, a son histoire à part. Elle a été entreprise par le Professeur Alphonse Milne Edwards, en 1888, sur ses propres plans, et avec les seules ressources du budget ordinaire de la Ménagerie. On est surpris d'apprendre que la dépense n'a pas dépassé 10.000 francs (1).

La *Rocaille* est une construction pittoresque, mais très accessoire, qui ne peut donner asile à plus d'une demi-douzaine d'animaux du groupe des Carnivores.

La *Galerie des Féroces* est mieux appropriée que la Singerie à l'usage pour lequel elle a été construite; on peut cependant lui reprocher l'étroitesse des cages extérieures, qui devraient être beaucoup plus vastes que les cages intérieures. Dans la reconstruction de cet édifice, on pourra prendre modèle sur les galeries du même genre que j'ai décrites ici, en évitant le luxe exagéré que l'on n'a pas su éviter à Anvers.

Les *Retraites d'Hiver* doivent être conservées, et c'est là que devrait être installée l'*Infirmerie* dont je parlerai plus loin.

En résumé, les nouvelles constructions, bâties entièrement en briques, fer et verrerie, qu'il y a lieu d'entreprendre, sont au nombre de quatre, que j'énumère dans l'ordre de leur urgence : 1° *Singerie ;* 2° *Cages des Ours ;* 3° *Galerie des Féroces ;* 4° *Fauconnerie* ou *Galerie des Rapaces.*

Aucun de ces bâtiments ne devrait coûter plus de 400.000 fr., et deux ne dépasseraient pas 200.000 fr., de telle sorte que si une subvention de 1.400.000 fr. continue a être votée, chaque année, par le Parlement, pour le Muséum, une seule annuité serait plus que suffisante pour la réfection complète de la Ménagerie.

Le Personnel. — Comme je l'ai dit dans l'Introduction, le Personnel, consistant en 13 gardiens, est absolument insuffisant. Il faudra que ce nombre soit porté à 16 ou 18, et peut-être à 20. (1) Actuellement, notamment à la Singerie, l'unique gardien doit nettoyer tout l'édifice, surveiller à la fois les Singes et le public, et faire une cuisine très variée pour une centaine d'animaux. Deux hommes seraient ici indispensables pour le nettoyage et la surveillance ; de plus ils devraient être déchargés de la cuisine qui serait confiée à un cuisinier spécial, s'occupant de toute la Ménagerie.

Le personnel supérieur devrait comprendre, outre : 1° le *Vétérinaire,* dont l'emploi vient d'être créé, et qui fait les autopsies, surveille l'hygiène et la propreté du logement des animaux, donne des soins aux malades dans une infirmerie hors de la vue du public (on devrait l'installer dans un local spécial, éloigné des *Retraites d'hiver* où l'on garde en quarantaine les nouveaux arrivés) ; 2° un *Assistant-voyageur* qui irait chercher les animaux aux Colonies, les surveillerait à bord des paquebots en leur faisant suivre le régime alimentaire indiqué par le professeur, etc. Ce nouveau fonctionnaire remplacerait l'Assistant de Mammalogie, actuellement chargé de la surveillance des gardiens, le brigadier de ces gardiens suffisant pour cette surveillance, s'il est déchargé de tout autre service.

En outre il faudrait que le Muséum ait, avec les grandes compagnies de navigation, une convention ferme, appuyée par le gouvernement, pour que les capitaines des navires ne répon-

(1) A. MILNE-EDWARDS, *Rapport sur la Ménagerie,* 1891, p. 8.

(1) Si l'Annexe de Vincennes était créée.

dent plus à toutes les demandes de transport d'animaux, par leur formule stéréotypée : « *Animaux vivants,* INDÉSIRABLES » ! L'assistant-voyageur responsable ôtant tout prétexte à ce refus.

Manque de place : Annexe projetée au Bois de Vincennes. — Le Jardin des Plantes n'a qu'une étendue de 23 hectares, dont la Ménagerie occupe à peu près le quart, soit 6 hectares environ, ce qui est insuffisant pour assurer aux animaux l'espace dont ils ont besoin et les soustraire aux tracasseries du public. Le Jardin ne peut s'agrandir sur place.

Depuis longtemps on a pensé à utiliser, comme Annexe, un terrain que la Ville de Paris a cédé au Muséum dans le Bois de Vincennes, et qui servirait de Réserve à la Ménagerie. On y placerait les animaux qui ont besoin de tranquillité pour se reproduire, ceux qui serviraient à des essais de croisement, les femelles pleines ou nourrices, les animaux en surcroît ou dont la santé exigerait la mise au vert, etc. Des échanges, plus ou moins fréquents, entre le Muséum et son Annexe, permettraient de varier le choix des animaux placés sous les yeux du public, à Paris. — Le manque d'argent n'a pas encore permis de réaliser ce projet, un des grands desiderata du Muséum.

Insuffisance du Budget de la Ménagerie. — Comme on le voit par ce qui précède, tout se réduit, en définitive, à des questions budgétaires. Les Jardins Zoologiques étrangers ont tous des ressources qui varient de 300.000 à 500.000 fr., et plus. Le Muséum de Paris ne dispose, pour sa Ménagerie, que du quart ou du tiers de cette somme.

La presque totalité du budget de la Ménagerie des Mammifères et des Oiseaux (100.000 fr.) est absorbée par la nourriture des animaux, et il est à remarquer que *cette Ménagerie est la seule qui nourrisse ses Carnivores avec des viandes saisies, par conséquent malsaines.* Et ce n'est pas seulement le « Bacille carné », qui se développe sur les viandes trop longtemps conservées crues, que nous avons à redouter ; des animaux très rares, par exemple une *Panthère des Neiges,* sont morts du Charbon, par le fait de viandes empoisonnées par le *Bacillus anthracis,* et qui avaient échappé à la vigilance des vétérinaires inspecteurs. Partout ailleurs, on n'utilise que de la viande fraîche de cheval abattue souvent dans le jardin même, comme à Anvers.

Déjà, en 1891, un de mes prédécesseurs, le Professeur A. Milne-Edwards, réclamait une augmentation de crédit de 22.100 fr. Le mal n'a fait qu'empirer depuis, en raison du renchérissement des produits de consommation : il a fallu élever le budget de la Ménagerie à 100.000 fr., chiffre encore trop modeste, si on le compare au budget des Ménageries étrangères, et surtout si on tient compte du renchérissement qui a suivi la guerre de 1914-1918.

E. TROUESSART,
Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle.

REVUE MARITIME

LES MACHINES A SONDER PAR GRANDES PROFONDEURS

Le sondage de la mer par grandes profondeurs présente des difficultés particulières.

On ne se servait autrefois, dans les sondages même profonds, que de cordes de chanvre. Ces cordes n'étaient pas assez solides pour résister à la traction du plomb, ou bien, ce qui arrivait le plus souvent, leur surface rugueuse finissait par exercer dans l'eau un frottement considérable, elles étaient arrêtées dans leur mouvement de descente et se pelotonnaient sur elles-mêmes à une certaine profondeur, sans jamais pouvoir atteindre le fond. Ainsi s'expliquent les prétendus abîmes sans fond des Océans, que signalaient les anciens navigateurs.

On employa ensuite des fils métalliques de cuivre ou de bronze phosphoreux, encore trop peu résistants, des fils d'acier, qui, pour éviter l'oxydation, devaient être conservés dans un lait de chaux ou dans un bain d'huile. On a pu ainsi se servir de fils d'acier de 0 m/m 6 de diamètre, résistant à une traction de 80 kilogrammes et ne pesant pas plus de 3 kgs par 1.000 mètres.

Mais la manœuvre de ce fil d'acier, dit *corde à piano,* est délicate, car la moindre coque entraîne la rupture du fil. Aujourd'hui, on se sert ordinairement d'un câble métallique galvanisé, formé de 3 torons de 3 fils d'acier chacun, de 2 m/m à 3 m/m de diamètre au maximum. Ce câble est beaucoup plus souple que la corde à piano; il supporte sans se rompre des tractions de 250 à 400 kgs. Il pèse de 15 à 30 kgs pour 1.000 mètres. Il est assez résistant pour porter, en outre du plomb de sonde, divers appareils,

thermomètres, bouteilles, etc., ce qui permet, en un seul coup de sonde, de mener de front plusieurs opérations distinctes.

La machine a sonder

Le principe des machines à sonder par grande profondeur est le suivant :

Dès que le plomb de sonde atteint le fond, son poids n'agissant plus sur la ligne de sonde, la machine à sonder est immédiatement et automatiquement arrêtée. Soit A le tambour portant la ligne de sonde, B une poulie de retour, portant un compteur de tours qui, à tout instant, indique la longueur de ligne filée, P le plomb de sonde, C un point fixe solidaire du bâti de l'appareil. (Fig. 64.)

La poulie de retour est tenue par l'intermédiaire d'un ressort à boudin R. Lorsque le poids P n'agit plus pour tendre le ressort R, celui-ci

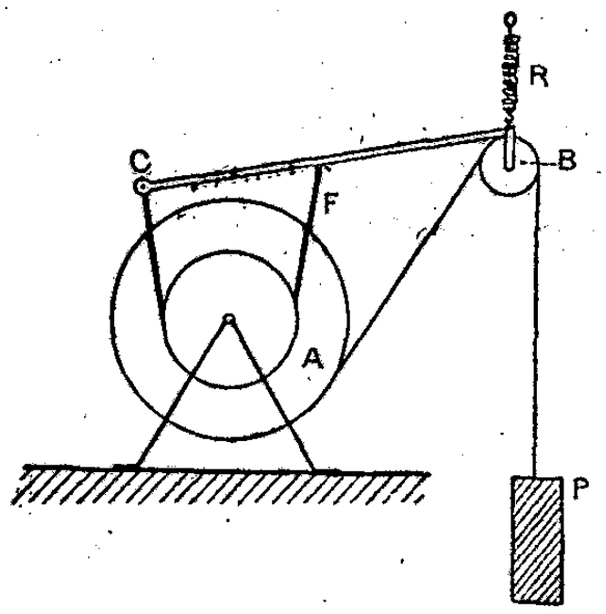


Fig. 64.

rappelle la poulie B, qui, en se soulevant, commande un frein à ruban F; celui-ci arrête immédiatement le tambour A.

Le ressort, qui porte parfois le nom d'*accumulateur*, a aussi un autre rôle. Les mouvements de roulis et de tangage du navire rendent irrégulier le déroulement de la ligne de sonde, et provoquent des secousses brusques, capables d'amener des ruptures. Le roulis et le tangage produisent du mou dans le fil : c'est alors comme si le poids du plomb de sonde diminuait, et le ressort agit pour serrer automatiquement le frein, diminuer le déroulement de la bobine et empêcher, dans une certaine mesure tout au moins, le mou de se produire.

Le réglage du frein est assez délicat. Si le frein est trop serré, l'arrêt de la machine peut se produire sans que le plomb de sonde ait atteint le fond. S'il ne l'est pas assez, le tambour peut s'emballer, le fil faire des coques et casser.

S'il n'y avait pas de frottement, il faudrait, à mesure que la profondeur augmente, serrer le frein de la quantité correspondant au poids de la ligne filée. Mais la résistance due à la friction croît très vite, surtout quand on se sert d'un câble et non d'un fil souple. En réalité, dans beaucoup de machines à sonder, il faudrait desserrer le frein de plus en plus, à mesure que la ligne file, si l'on voulait obtenir une vitesse constante.

Le tambour A doit être très solide, si le fil de sonde est enroulé directement sur lui, car il supporte des pressions formidables, qui risquent de le faire éclater.

Le problème des efforts supportés par le tambour est traité dans les cours de résistance des matériaux. On trouve que sur un touret de 0 m. 30 de diamètre et de 0 m. 25 de longueur, l'enroulement d'une ligne de sonde de 10.000 mètres, pesant 10 kilogrammes par 1.000 mètres, détermine une pression de 920 kilogrammes par centimètre carré. C'est là une pression analogue à celle que subit un canon pendant un tir.

Si la machine à sonder comprend deux moteurs un pour remonter le fil, un autre pour l'enrouler sur un tambour, ce dernier n'a plus alors à supporter de grands efforts de traction. Avec les données précédentes, si la ligne fait 5 tours sur un touret de relevage de même dimension que le touret d'enroulement, la pression sur ce dernier n'est plus que le centième de sa valeur primitive, soit 9 kilogrammes par centimètre carré (1).

Le plomb de sonde doit être d'autant plus lourd que la profondeur à atteindre est plus grande. Par très grande profondeur, on est amené à employer des plombs pesant plus de 60 kilogrammes. La vitesse de déroulement du câble est alors d'environ 2 mètres par seconde. A la remontée, ce poids est laissé sur le fond afin d'éviter de soumettre le fil à des tensions trop fortes. Le sondage est dit alors à *plomb perdu*.

Machine a sonder Lucas. — La machine à sonder Lucas, de la London Telegraph Construction Company, est une des plus employées actuellement. Nous nous en sommes servi nous-mêmes sur le *d'Entrecasteaux*, dans l'Océan Indien, pour les travaux océanographiques préliminaires à la pose du câble de Madagascar à la Réunion et à l'Ile Maurice, sur le *Pourquoi-Pas?* dans l'An-

(1) A bord de *L'Hirondelle*, le prince de Monaco se servait de la machine à sonder Leblanc, qui est construite sur ce principe.

tarctique et sur le *Chevigné*, sur les côtes de l'Afrique occidentale.

Le fil de sonde est enroulé sur un tambour A, d'un seul bloc d'acier fondu, qui peut contenir 8.000 à 10.000 mètres de câble de 2 m/m de diamètre.

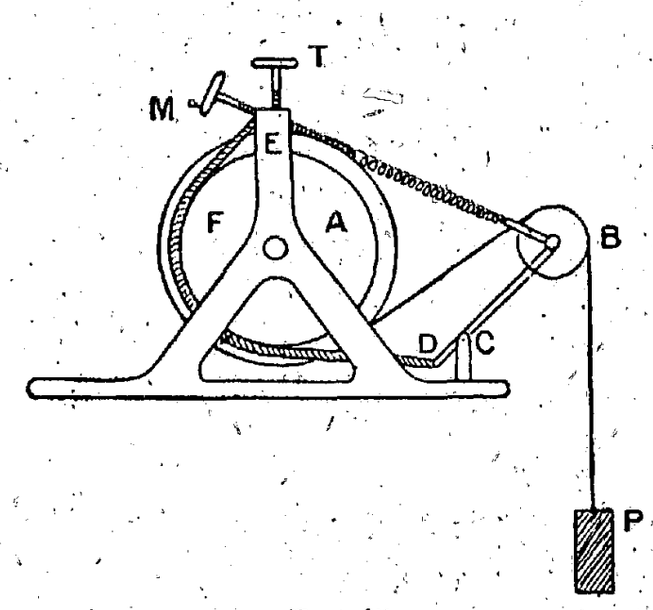


Fig. 65.

Le fil quitte le tambour A par la partie inférieure et passe sur la poulie B qui porte un compteur de tours. La poulie B commande un levier B C D, articulé en C au bâti de la machine et relié à son extrémité D à un frein à ruban F, fixé en E à la partie supérieure du bâti (Fig. 65).

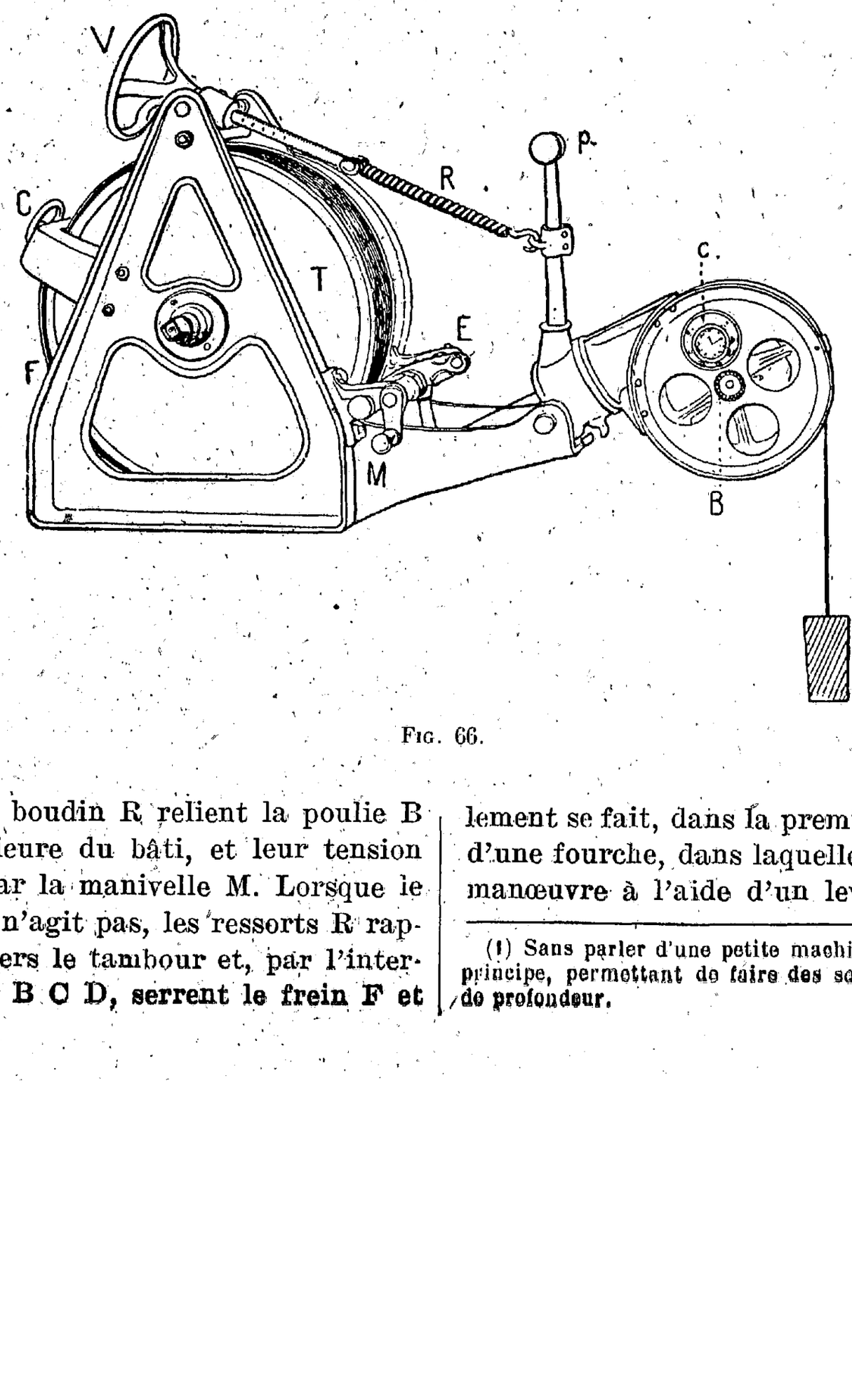


Fig. 66.

Deux ressorts à boudin R relient la poulie B à la partie supérieure du bâti, et leur tension peut être réglée par la manivelle M. Lorsque le plomb de sonde P n'agit pas, les ressorts R rappellent la poulie vers le tambour et, par l'intermédiaire du levier B C D, serrent le frein F et bloquent le tambour. Un petit frein auxiliaire, mû par une vis T, permet d'arrêter la machine à tout instant.

Sur l'axe du tambour A est clavetée une roue à gorge permettant d'actionner le tambour à l'aide d'un moteur électrique ou à vapeur. La vitesse de déroulement du fil est d'environ 1 heure par 4.000 mètres. La remontée peut se faire plus rapidement, à la vitesse d'environ 100 à 150 mètres par minute. Le moteur doit avoir une puissance de 8 à 10 chevaux. Toutefois, si on se sert comme fil de la corde à piano et qu'on ne fasse que des opérations de sondages, un moteur de 2 à 3 chevaux peut suffire.

Il existe deux modèles de machines à sonder Lucas (1).

Les différences apparentes entre les deux machines sont minimes, à part la différence de taille. La plus petite, représentée schématiquement sur la fig. 66, est destinée surtout à utiliser la corde à piano. La plus grande peut recevoir 7.000 à 8.000 mètres de câble de 2 m/m 3 de diamètre. Dans cette machine, le frein auxiliaire C, au lieu d'être à la partie supérieure, est sur l'arrière. D'autre part, le guidage du fil pendant l'enroulement se fait, dans la première machine, à l'aide d'une fourche, dans laquelle passe le fil, et qu'on manœuvre à l'aide d'un levier. Dans la grande

(1) Sans parler d'une petite machine, construite sur le même principe, permettant de faire des sondages jusqu'à 500 mètres de profondeur.

machine, la fourche est portée par un écrou qui se déplace le long d'un arbre fileté et que commande une petite manivelle M manœuvrée à la main. (Fig. 66.)

Certaines machines sont munies d'un petit moteur à vapeur à 3 cylindres, disposés en étoile à 120° l'un de l'autre, et qui agissent par une transmission à engrenages sur l'arbre du tambour. Ce dispositif est très simple et peu encombrant.

Emplacement de la machine a sonder. — Le choix de l'emplacement est souvent limité par des considérations étrangères au sondage proprement dit (tuyautage de vapeur par exemple, s'il s'agit d'un moteur à vapeur).

Les principaux facteurs dont on doit tenir compte sont les suivants :

1° Il faut que l'accès de la machine soit facile, et, en particulier, il faut pouvoir manier commodément le plomb de sonde et les appareils divers à attacher au fil de sonde. Sur l'aviso français *Talisman,* qui, en 1881, fit une mémorable campagne océanographique dans l'Océan Atlantique, sur l'*Hirondelle* et la *Princesse Alice* du Prince de Monaco, au-dessous de la poulie dans laquelle passe le fil de sonde avant de tomber à l'eau, est installée une plate-forme, analogue aux plates-formes de coupée, afin de faciliter la manœuvre. Ce dispositif doit être recommandé chaque fois qu'il est possible.

Il n'est pas indispensable d'ailleurs que ce soit la machine à sonder qui déborde elle-même la coque du navire. Pour rendre la surveillance du moteur plus facile, il peut y avoir intérêt à mettre la machine à l'intérieur du navire, avec un retour supplémentaire sur le pont et en abord. C'est la disposition actuelle du *Pourquoi-Pas?,* dont la figure 67 donne un schéma.

2° Il faut pouvoir maintenir facilement, pendant la durée du sondage, le navire à l'aplomb du fil de sonde, qui doit évidemment rester vertical, ou à peu près vertical, pour qu'il n'y ait pas d'erreur appréciable sur l'évaluation de la profondeur. Sur le d'*Entrecasteaux,* qui dérivait peu, la machine était par le travers, à tribord. Sur le *Pourquoi-Pas?* qui a un fardage très important, la meilleure position est à l'arrière : par vent fort, en faisant doucement en arrière pendant le sondage, le navire prend une position d'équilibre pas très éloignée du vent arrière, et la dérive est ainsi combattue.

On peut sonder par houle assez forte, mais le fort clapotis est très gênant : le sondage peut alors être beaucoup facilité en filant de l'huile.

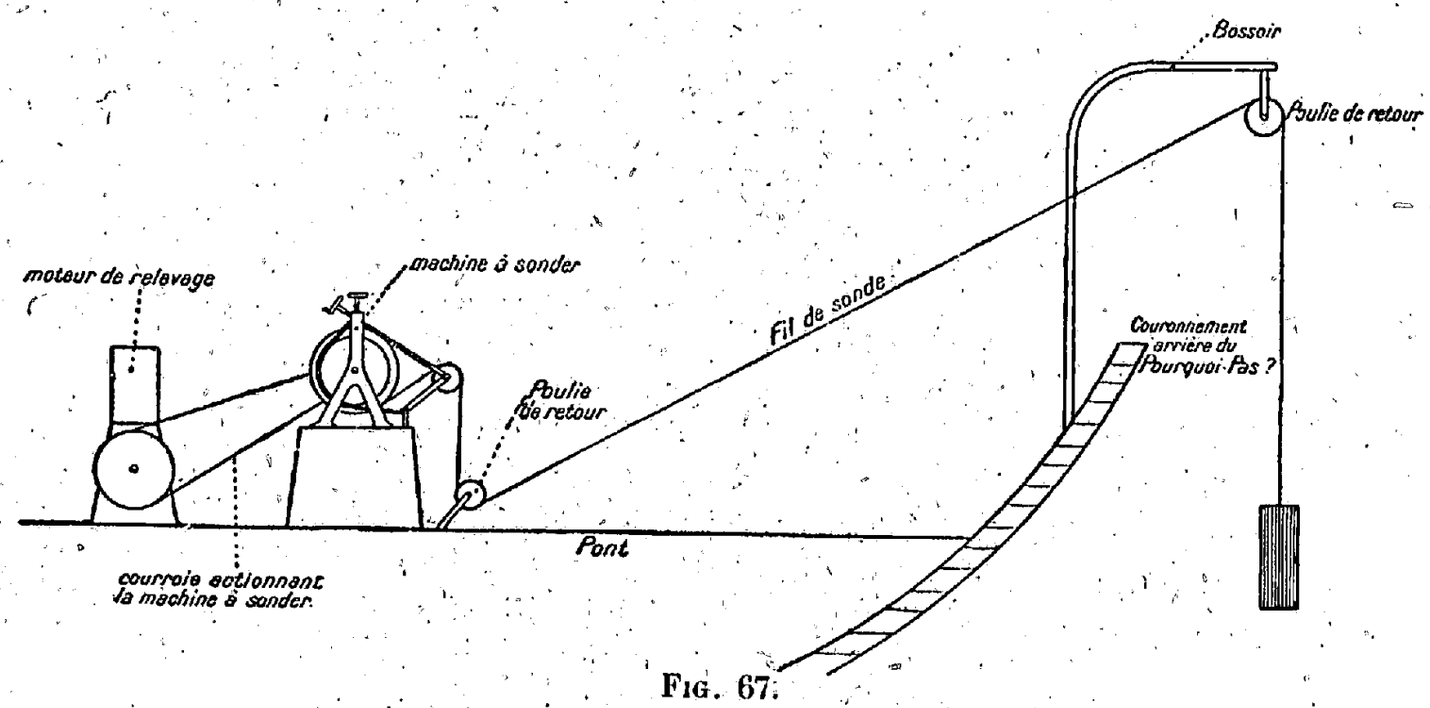


Fig. 67.

Plombs de sonde. — Ainsi que nous l'avons indiqué, le sondage par grandes profondeurs s'exécute généralement à plomb perdu. Les plombs sont des disques de fonte ou des demi-sphères évidées d'une dizaine de kilogrammes chacun. Ils s'enfilent sur le ramasseur de fond R et ne sont pas attachés directement à la ligne. Ils sont retenus par une petite élingue en filin E, qui passe dans un crochet d'un modèle spécial C, dit *déclancheur Brooke,* du nom de son inventeur (fig. 68). Lorsque le fond est atteint, la ligne prend du mou, les plombs font basculer le crochet articulé en *a* avec le ramasseur de fond R; l'élingue est ainsi rendue libre et, à la remontée, les plombs restent sur le fond.

Ramasseurs de fond. — Un échantillon du fond, destiné à l'analyse, doit être absolument complet, tel que s'il avait été ramassé avec la

main en une seule poignée, sur le sol. Un échantillon récolté au suif, souillé, délavé, incomplet, doit être rejeté.

On se sert couramment comme ramasseurs de fond de deux instruments : le *ramasseur Léger*, et le *Tube-bouteille Buchanan*.

Le ramasseur Léger (fig. 69) se compose de deux

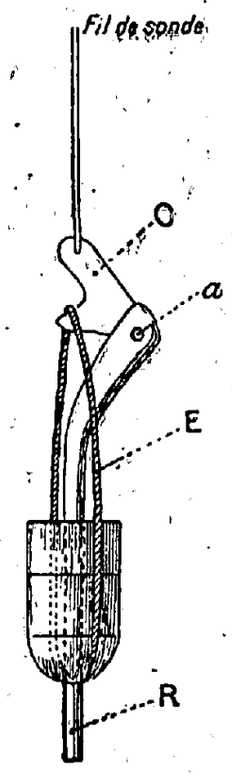


Fig. 68.

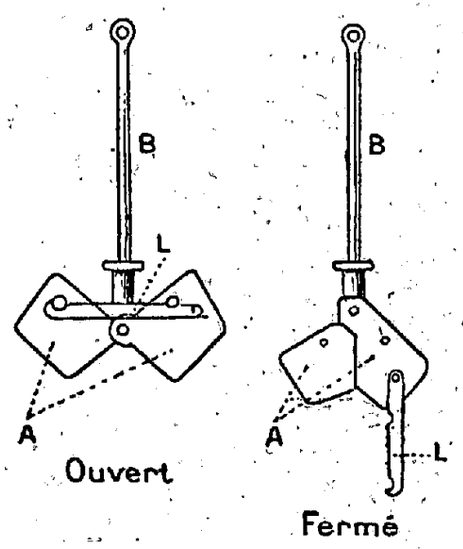


Fig. 69.

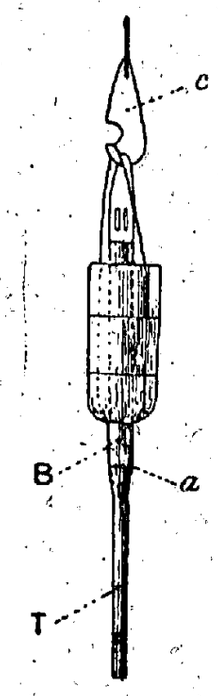


Fig. 70.

lourdes écopes en bronze A, placées à l'extrémité d'une tige B de 45 centimètres et maintenues ouvertes au moyen d'un loquet L.

En touchant le fond, le loquet est soulevé, retombe en laissant libres les deux écopes, qui se referment brusquement à cause de leur poids et emprisonnent une certaine quantité de matière. L'instrument pèse 7 kg. 500. Il est parfait pour tous les fonds, sauf ceux de roche.

Le *tube-bouteille Buchanan* (fig. 70) se compose d'un tube emporte-pièce T en laiton, de 25 millimètres de diamètre et de 30 à 50 centimètres de longueur. En arrivant sur le fond, il découpe un cylindre de vase, qui offre l'avantage de présenter, sur une épaisseur assez grande, une coupe verticale du sol sous-marin. Sur les fonds sableux, le tube Buchanan revient toujours vide. Il faut choisir l'instrument le plus convenable à la récolte.

Le tube T se visse en *a* sur une bouteille B, destinée à recueillir l'eau. C'est un cylindre de bronze de 55 m/m de diamètre et de 50 centimètres de longueur, fermé en haut et en bas par des soupapes en cuir ou en caoutchouc qui, à la descente, laissent passer l'eau de bout en bout, mais qui, l'appareil étant immobilisé par le contact avec le fond, retombent sur leur siège et emprisonnent ainsi un litre d'eau.

L'étanchéité de ces soupapes m'a paru difficile à assurer dans les climats froids. C'est là un point délicat de cette bouteille qu'il faut particulièrement surveiller.

Un petit plomb, lâché en même temps que le plomb de sonde par le crochet Brooke C, appuie, à la remontée, sur la soupape supérieure pour la maintenir sur son siège.

Lorsque l'appareil a bien fonctionné, on possède à la fois un échantillon d'eau et un échantillon du fond.

J. ROUCH,
Capitaine de Corvette.

NOTES ET ACTUALITÉS

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Août 1922).

Théorie des Ensembles. MM. *N. Lusin* et *W. Sierpinski* donnent un exemple effectif d'une décomposition d'un intervalle en aleph-un ensembles non vides, mesurables (B), et sans points communs deux à deux.

Analyse. 1. Soient $P_m(x)$, $Q_n(y)$ deux suites de polynomes ayant leurs racines intérieures à deux cercles, ou, plus généralement à deux courbes simplement connexes; M. *Abramesco* étudie le développement d'une fonction $F(x,y)$ en série de la forme

$$\Sigma\Sigma \frac{A_{mn}}{P_m(x)Q_n(y)}$$

ainsi que les régions de convergence de la série.

2. Poursuivant ses intéressantes recherches sur les fonctions uniformes satisfaisant à des relations fonctionnelles, M. *H. Mineur* recherche toutes les fonctions vérifiant l'égalité symbolique

$$f(g) = G(f),$$

où g désigne le groupe

$$x' = \frac{ax+by}{cz+d}, \quad y' = \frac{cx+dy}{cz+d}, \quad z' = \frac{az+b}{cz+d},$$

et G, un groupe semblable, formé des transformations birationnelles d'une multiplicité algébrique. Il est conduit à des généralisations des fonctions kleinéennes; en faisant dans ces fonctions un changement de variable birationnel général, il obtient toutes les fonctions invariantes par des groupes discontinus de transformations birationnelles (issus de groupes continus).

3. Des différents développements en fractions continues de

$$\int_0^1 \frac{p(y)}{x-y}\,dy$$

on peut déduire des suites de nombres ou de polynomes dont M. *Jacques Chokhate* indique les propriétés limites, moyennant certaines conditions que doit vérifier $p(x)$.

4. Généralisant une méthode employée par M. Schur pour les séries simples, M. *Ch. N. Moore* établit une identité entre les moyennes de Cesàro pour les séries multiples; il en déduit l'équivalence des méthodes de sommation de Cesàro et de Hölder pour les séries multiples. L'application de procédés dus à M. E. H. Moore permettrait d'étendre ce résultat à des cas plus généraux.

Géométrie projective. M. *Nilos Sakellariou* indique diverses propriétés des tétraèdres, pentaèdres ou hexaèdres polaires par rapport à une forme linéaire quaternaire; ces propriétés complètent celles qu'il a indiquées récemment dans le *Giornale di Battaglini*.

Géométrie. M. *Amédée Béjot* énonce une suite de résultats sur les groupes de $n(\geq 2)$ figures, planes ou gauches, en perspective réciproque. Ainsi : deux sections planes d'un cône quelconque ont un cercle pour lieu de leurs centres perspectifs communs; deux hexagones plans quelconques ne peuvent être mis en perspective réciproque.

Mécanique. En utilisant une méthode d'intégration dont le principe remonte à H. Poincaré, M. *Kyrille Popoff* obtient des développements rapidement convergents pour les intégrales générales du problème balistique principal. La résistance de l'air $\Phi(v)$ doit être une fonction positive et croissante de v, nulle pour $v=0$; de plus $\frac{\Phi(v)}{v}$ doit pouvoir être développée suivant les puissances positives et entières de v.

Hydraulique. Les auteurs qui ont étudié les dépressions résultant d'une rupture dans une conduite forcée s'étaient placés jusqu'ici dans l'hypothèse d'un nouveau régime permanent; mais avant qu'un tel régime soit réalisé, il se produit un régime intermédiaire dont M. *de Sparre* approfondit l'étude.

Ce régime débute par un coup de bélier négatif dont l'Auteur discute la grandeur ; il résulte de son analyse que les reniflards ou ventouses placées à l'origine d'une conduite peuvent être inefficaces contre les phénomènes d'aplatissement entraînés par une rupture.

René Garnier.

Physique

Les isotopes de l'étain. — F.-W. Aston avait déjà tenté, l'an dernier (1), d'obtenir le spectre de masse de l'étain. Malheureusement, le chlorure stannique, dont il se servait, attaquait la graisse de l'appareil, rendant les essais pénibles, et il n'avait pu qu'entrevoir la complexité de l'élément.

Il annonce (2) qu'il vient de reprendre le problème avec succès en partant du composé $Sn(CH^3)^4$, et en utilisant des plaques photographiques de sensibilité très accrue. Après avoir reconnu que l'émulsion est impressionnée surtout superficiellement par les rayons positifs, Aston cherche à concentrer les particules de bromure d'argent à la surface de la gélatine par action d'un acide. Bien que la technique ne soit pas encore au point, elle permet de décupler, et même mieux, la sensibilité, sans altération sérieuse des autres propriétés.

L'étain se révèle ainsi par huit raies se rapportant approximativement aux poids atomiques 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122 et 124, conclusion confirmée par des groupes similaires se rapportant aux corps $Sn\,CH^3$, $Sn(CH^3)^2$ et $Sn(CH^3)^3$. Les raies ont des intensités relatives qui concordent bien avec le poids atomique chimique 118,7, et on ne saurait en attribuer aucune à des hydrures, sauf peut-être la raie très faible 121.

En dehors de ce résultat, l'intérêt de l'expérience est que les raies en question, dont les intervalles sont représentés par des nombres exactement entiers, correspondent elles-mêmes à des poids atomiques légèrement inférieurs aux valeurs ci-dessus. En outre, la raie de $Sn_{120}CH^3$, qui devrait se trouver exactement au milieu des raies 134 et 136 du xénon, est plus rapprochée de la première que de la seconde.

On est alors conduit à admettre que le poids atomique de chacun des isotopes de l'étain s'écarte de 1/5 à 1/3 d'unité du nombre entier immédiatement supérieur. C'est la première fois que la spectrographie de masse révèle une divergence à la loi des nombres entiers, exception faite de l'hydrogène. Aston se réserve de revenir ultérieurement sur l'établissement de ce point, si important pour la théorie électrique de la matière (1).

S. V.

Géodésie

Le rôle de l'Italie dans les progrès de la Géodésie et la Géophysique (2).

Majesté, Altesse Royale,
Eminence, Excellence, Mesdames et Messieurs,

Chargé par mes collègues du grand honneur de prendre ici la parole au nom de l'Union géodésique et géophysique internationale, j'ai tenu à le faire dans votre belle langue, malgré que je la connaisse fort mal. Mais pour vaincre l'ignorance, la bonne volonté ne suffit pas toujours. Si mon inexpérience choque parfois vos oreilles, votre indulgence voudra bien, j'espère, m'en excuser et me le pardonner.

*
* *

Dieu, dit la Bible, a créé le monde en six jours. Après avoir, le premier jour, fait jaillir des ténèbres la lumière, il employa le second à organiser le firmament, et à mettre en place le soleil, la lune et les étoiles.

Le troisième jour seulement, naquirent la Terre et les Océans qui en couvrent aux trois quarts la surface.

Les jours suivants furent consacrés à peupler le tout de plantes, d'animaux et de poissons. L'homme, couronnement de l'œuvre, ne devait apparaître que le sixième jour.

Cet ordre n'est-il pas celui-là même dans lequel s'étagent les assises du grand Temple où la Science, inlassablement, scrute les mystères de la Nature et

(1) *Phil. Mag.*, juillet 1921, p. 141.
(2) *Nature*, 24 juin 1922, p. 813.

(1) Voir *Revue Scientifique*, 13 mai 1922, p. 285.
(2) Traduction du discours en italien, prononcé à Rome, au Capitole, le 2 mai 1922, par M. Ch. Lallemand, président de l'Union géodésique et géophysique internationale, en présence du Roi d'Italie, du Prince héritier, du Cardinal Maffi, du Ministre de l'Instruction publique et du syndic de Rome, à la séance solennelle d'ouverture de la première Assemblée générale de l'Union.

de la Vie ? Notre Conseil international de recherches scientifiques en est l'ordonnateur.

Dans les fondations et comme base de toutes les autres, figure l'étude générale des astres qui ornent le ciel. La détermination de leurs multiples mouvements et de leur nature physique et chimique fait l'objet de l'*Union astronomique internationale*, dont le Président vient de vous apporter l'hommage.

A l'étage au-dessus, on étudie la Terre et sa forme, la pesanteur et ses lois ; ceci constitue la tâche propre de la *Géodésie*, sœur cadette de l'Astronomie. — A côté, la *Sismologie* observe les frémissements internes du globe et les marées de l'écorce, pendant que la *Vulcanologie* analyse les matières vomies de son sein, et que l'*Océanographie physique* sonde les profondeurs des mers, enregistre les mouvements de leur surface, la composition de leurs eaux, la direction et la vitesse des courants qui les animent.

La Terre, en outre, est le siège de courants électriques et de phénomènes magnétiques, dont l'enregistrement fait l'objet d'une autre branche de recherches.

Enfin, notre globe est entouré d'une enveloppe gazeuse, agitée de mouvements divers et théâtre de manifestations variées, dont la *Météorologie* note les lois.

Les six sections dont je viens d'esquisser le rôle sont groupées dans l'*Union géodésique et géophysique internationale.*

D'autres Unions, déjà constituées ou sur le point de l'être, embrassent des Sciences, les unes consacrées à l'étude des propriétés de la matière inerte, les autres, ayant pour objet la vie des plantes ou des animaux, ou bien l'homme lui-même, ou encore de hautes spéculations sur le nombre, le temps et l'espace.

Mais ce n'est pas ici le lieu de parler de ces derniers étages du vaste édifice conçu, au lendemain de la guerre, par les nations alliées et associées, dans le but d'établir une large coordination entre toutes les connaissances humaines.

Pour m'en tenir à l'objet restreint de la présente réunion, je voudrais, en quelques mots, justifier le choix fait de l'Italie comme berceau de notre Union.

Ayant pour domaine la Terre, avec sa ceinture d'Océans et son atmosphère, l'Union géodésique et géophysique ne pouvait mieux recevoir le baptême que dans cette « Ville éternelle », dans cette « Rome capitale », d'où plusieurs fois, au cours de l'histoire, la civilisation, portée sur les ailes des aigles romaines ou sur les branches de la croix, a pris son essor pour se répandre à travers le monde.

Mais à cette raison s'en ajoute une autre, non moins importante : la pléiade des savants, fils de l'Italie, qui, dans le passé et pour les Sciences dont il s'agit, ont apporté leur pierre à l'édifice.

*
* *

De ces sciences, la plus ancienne et la première qui ait fait appel à la coopération de plusieurs pays, est la *Géodésie.*

Au sein de l'Association géodésique internationale, j'ai eu, pendant près de trente ans, l'honneur de siéger à côté des éminents délégués de l'Italie, des amis pour la plupart, aujourd'hui presque tous morts, dont je ne puis, sans émotion, évoquer le souvenir.

C'étaient :

Le général Ferrero, directeur de l'Institut géographique militaire de Florence, promoteur de la triangulation générale et du nivellement de précision ainsi que du lever topographique de la Péninsule ;

L'astronome Lorenzoni, auteur d'une remarquable détermination de la pesanteur absolue à Padoue, inventeur d'un pendule double, utilisable pour les mesures gravimétriques dans l'air raréfié, et enfin le pionnier des observations de pesanteur relative en Italie ;

L'excellent astronome Emmanuele Fergola, initiateur de ces recherches sur les variations de la latitude qui, depuis, ont fait l'objet de ce grand service international auquel, par son observatoire spécial de Carloforte, en Sardaigne, l'Italie fournit une collaboration particulièrement active et précieuse ;

L'astronome Celoria et le regretté professeur Vincenzo Reina, Vice-Président de notre Section de Géodésie, auteur de travaux remarqués sur le profil du géoïde le long du méridien de Rome.

Je me reprocherais de ne pas citer encore :

Porro, créateur de la Tachéométrie, l'ingénieux inventeur de nombreux instruments géodésiques, tels que le Cleps, un appareil à mesurer les bases, la lunette stadimétrique à lentille anallatique, etc. ;

Pucci et le professeur Pisati, à qui l'on doit une mesure de la pesanteur absolue à Rome — un modèle du genre ;

Venturi, connu pour ses recherches théoriques sur la balance d'Eötvös et pour ses nombreuses mesures relatives de la gravité en Sicile ;

Enfin Pizzetti, auteur d'un remarquable Traité de Géodésie.

*
* *

La *Vulcanologie* et la *Sismologie*, on peut le dire, sont deux sciences proprement italiennes, à la fois par leurs créateurs, par l'admirable champ d'études que leur offre le sol du pays et enfin par les nombreux savants italiens qui s'y distinguèrent.

Dès le milieu du siècle dernier, l'illustre physicien Melloni, l'inventeur de la pile thermo-électrique, fonde l'observatoire du Vésuve, et s'y livre à de patientes recherches sur les fumerolles et sur le magnétisme des roches volcaniques.

Un peu plus tard, le Père Cecchi inaugure la sismométrie rationnelle et imagine, à cet effet, toute une série d'appareils dont l'ingéniosité égale la simplicité.

Michele Stefano de Rossi, l'auteur de l'ouvrage bien connu « Meteorologia endogena », se fait l'apôtre de la nouvelle science ; il entreprend les premières observations systématiques sur le dynamisme terrestre, et en publie régulièrement les résultats.

A peu près vers la même époque, le Père Bertelli invente le *tromomètre*, — un pendule vertical dont la pointe, observée au microscope, permet de mesurer les mouvements microsismiques du sol ;

L'éminent physicien et naturaliste Palmieri, successeur de Melloni comme Directeur de l'Observatoire du Vésuve, crée un sismographe à masse liquide oscillante et observe l'influence des manifestations volcaniques sur l'électricité atmosphérique ;

A Mercalli, qui lui succède, on doit un Traité de Vulcanologie et des études remarquables sur les éruptions du Vésuve et sur les tremblements de terre d'Italie et d'Andalousie.

Pendant le même temps, le Professeur Silvestri, fonde, à l'Université de Catane, un Institut Vulcanologique et préconise la création d'un observatoire sur l'Etna, le plus grand volcan de l'Europe.

Ricco, son éminent successeur, inaugure de minutieuses observations sur les anomalies de la gravité dans leurs rapports avec le volcanisme et avec l'activité sismique.

Au cours d'un voyage de mission en Italie, il y a près de quarante ans, j'ai eu le grand honneur de faire la connaissance personnelle de la plupart de ces illustres savants. Permettez-moi d'adresser ici, en passant, à leur mémoire, un souvenir ému.

A ces noms, il y aurait injustice à ne pas joindre ceux de :

Cancani, très connu pour ses rcherches sur les relations qui existent entre la fréquence des tremblements de terre à la surface du globe et les petits mouvements du pôle ;

Contarini, avec ses remarquables études théoriques ; sur le mode de fonctionnement des appareils sismographiques ;

Galli, le consciencieux historien des tremblements de terre du Latium et l'ingénieux inventeur de plusieurs appareils sismiques ;

Enfin Ragona, Tacchini et Blaserna, organisateurs et fondateurs du Service national italien de Météorologie et de Géodynamique.

*
* *

Passons à la *Météorologie*. Dans ce domaine, émergent plusieurs savants de renommée universelle. Ce sont :

D'abord le Père Secchi, avec son célèbre météorographe et ses études sur l'origine de la grêle et sur la radiation solaire ;

Puis Cantoni, spécialiste de la météorologie agricole ;

L'illustre astronome Schiaparelli, avec ses recherches sur les orages ;

Le père Denza, créateur de nombreuses stations météorologiques dans les Alpes et les Apennins, fondateur et, jusqu'à sa mort, directeur général de la Société italienne de Météorologie ;

Millosevich, auteur d'une série de mémoires sur la pluie en Italie.

*
* *

Nous arrivons maintenant au *Magnétisme* et à *l'Electricité terrestres*, deux Sciences qui ont fait tant de progrès au cours des vingt dernières années, depuis la découverte de l'ionisation atmosphérique et de la radioactivité.

Beccaria et Matteucci, dans ce domaine, se sont montrés de véritables précurseurs ;

Folgheraiter s'est fait connaître par des recherches sur les déviations de l'aiguille aimantée, depuis les temps les plus reculés, d'après la distribution du magnétisme dans des vases antiques en terre cuite.

Sella, d'autre part, a étudié l'ionisation de l'air, ainsi que le magnétisme des roches et ses variations avec l'altitude.

*
* *

Enfin, pour l'*Océanographie physique*, deux noms, surtout, se détachent :

Le Comte Marsigli da Bologna, qui, dès la seconde moitié du XVII[e] siècle, observait, entre autres choses, les courants du Bosphore et y reconnaissait l'existence du contre-courant inférieur.

Puis l'amiral Magnaghi, commandant de la célèbre croisière du *Washington*, inventeur d'appareils océanographiques nombreux et très appréciés.

L'Italie, certes, peut être fière de cette phalange d'hommes illustres, dont je n'ai, malheureusement, pu citer que les plus marquants. Avant d'inaugurer nos travaux, nous avions le devoir de leur rendre hommage ; mais, pour le faire, le mieux sera de poursuivre leurs recherches.

Trop longtemps, hélas, la science, détournée de sa noble tâche par la barbarie, a dû collaborer à des œuvres de mort et de destruction ; mais aujourd'hui, la barbarie est pour toujours vaincue — du moins, on peut l'espérer. D'autre part, non loin d'ici (1), le monde économique, encore tout étourdi de la catastrophe où il a failli sombrer, cherche péniblement à retrouver son équilibre. L'heure, pour nous aussi, est venue de rallumer le flambeau qui éclairera la marche de l'humanité dans les voies de la paix et du progrès.

Née en Belgique, terre de l'héroïsme et de l'honneur, baptisée en Italie, patrie des arts et de la beauté, notre Union, avec de telles marraines autour de son berceau, est assurée d'un bel avenir. A le réaliser, nous consacrerons tous nos efforts, avec l'espoir de reconnaître ainsi, de notre mieux, la somptueuse hospitalité que nous offrent le gouvernement italien et la municipalité de Rome, ainsi que l'antique et vénérable Académie des Lincei.

Ch. LALLEMAND,
Membre de l'Institut.

Chimie analytique

La micro-analyse organique et gravimétrique. — Encore peu connues en France, les méthodes de micro-analyse s'imposeront, à n'en pas douter, dans un avenir prochain. Ce qu'il faut réaliser avant tout, c'est l'outillage. Il comprend : 1° un certain nombre d'appareils simples en verre ou en métal : appareils d'absorption, supports, micro-creusets, micro-étuves, etc., dont la construction ne présente pas de difficultés spéciales ; 2° une balance pouvant peser 20 grammes au millième de milligramme. (M. Nicloux et G. Welter. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle*, t. III, p. 29.).

Les méthodes imaginées par F. Pregl, créateur de la micro-analyse-organique, fixent les techniques concernant le dosage des éléments suivants : carbone, hydrogène, azote, halogènes, soufre, le dosage des groupes méthoxyle, éthoxyle et méthylimide ; le dosage du phosphore, de l'arsenic, du groupe carboxyle, de certains métaux ; la micro-détermination des poids moléculaires ; le micro-dosage électrolytique du cuivre.

Ces méthodes, dont les auteurs viennent de donner la liste complète, peuvent elles-mêmes servir de type à d'autres opérations analytiques ; c'est ainsi qu'en utilisant le micro-creuset de Neubauer (micro-creuset de Gooch *en platine*, couche filtrante constituée par de la mousse de platine), on pourrait effectuer un très grand nombre d'analyses gravimétriques. Dans cet ordre d'idées, on peut mentionner ici l'application au dosage de l'urée dans le sang (sérum désalbuminé, précipité par le xanthydrol qui fournit quantitativement avec l'urée de la dixanthylurée insoluble). Les résultats sont remarquablement précis et 1 cm^3, 0,5 cm^3, voire même 0,3 cm^3 de sérum suffisent pour un dosage.

La micro-analyse est, de l'avis des auteurs, un champ inexploré qui s'ouvre devant l'analyste, et nul doute

(1) A Gênes.

que s'il veut bien s'y engager, il n'y fasse une importante moisson.

Et puis, il ne faut pas oublier que si, dans bien des cas, l'analyse n'est qu'un moyen, ce sont bien souvent les résultats qu'elle fournit, coordonnés et judicieusement discutés, qui permettent d'établir solidement les faits, d'infirmer ou de corroborer les spéculations modestes ou hardies de l'expérimentateur engagé dans la recherche scientifique. C'est à ce titre que les méthodes de micro-analyse, simples, rapides, ne mettant en jeu que des quantités infimes de substances, présentent, *a priori*, le plus grand intérêt. S. R.

Géologie

La tectonique de l'Albanie. — La géologie de l'Albanie était très peu connue avant la guerre. C'est pendant la Grande Guerre, que nos connaissances se sont précisées grâce à ce fait que le pays a été occupé par les armées des divers partis, et, à cet autre fait, que celles-ci avaient des géologues plus ou moins officiellement chargés d'étudier le pays. C'était en particulier le hongrois Noposa, le polonais Novak du côté autrichien, et Bourcart du côté français.

Leurs travaux ont été publiés. La thèse de Bourcart, analysée ici-même, a d'ailleurs tenu compte de tous les travaux antérieurs.

Les conceptions auxquelles sont arrivés ces divers géologues sont remarquablement concordantes dans l'ensemble, car au-dessus des rivalités de nations, *la Science est une*, et cette unité n'est d'ailleurs pas étonnante, car Nopcsa et Novak sont d'éminents géologues, que nous avons tous bien connus dans les laboratoires français avant la guerre.

A la notion, ancienne et simpliste, des plis dinariques, simples, de type jurassien, il faut dans cette région substituer la notion de nappes de charriages. Il faut en distinguer cinq dans l'Albanie du Nord étudiée par les géologues que l'Autriche a mobilisés. Dans l'Albanie moyenne, étudiée surtout par Bourcart, il n'y en aurait plus qu'une.

Cette nappe est en continuité avec celle que Nopcsa a reconnue dans la Mirdita et qu'il a appelée nappe E. Les quatre nappes inférieures de Nopcsa ne paraissent pas exister dans l'Albanie, où la nappe supérieure E semble déborder toutes les autres.

Bourcart a pu établir l'âge de cette nappe E, ce qui conduit à celle des autres. Elle est composée de calcaires eocènes, et charriée sur le flysh eocène et oligocène.

Cette nappe est post-eocène et ante-burdigalienne. Elle est donc oligocène.

Bourcart a d'ailleurs pu préciser les mouvements tectoniques ultérieurs.

Postérieurement à la production de ces nappes de charriage, se produisit un mouvement épeirogénique puissant, qui a déterminé un véritable plissement. Les anticlinaux et synclinaux de cet âge affectent d'ailleurs aussi bien le substratum en place que la nappe elle-même.

Enfin, un mouvement de surrection se produisit depuis la fin du miocène jusqu'au pliocène ; on en a la preuve dans l'existence de hautes terrasses marines et dans le rajeunissement des rivières. Ce mouvement de surrection a sa contre-partie dans l'effondrement des fosses à l'époque pliocène, en Albanie également, mais surtout dans la région égéenne.

Ainsi, cette région balkanique apparaît de plus en plus comme très intéressante au point de vue de la tectonique générale, du mode de formation des chaînes de montagnes, et il faut espérer qu'avec le concours de nos alliés les Yougos-Slaves, qui tiennent maintenant tous les Balkans du Nord, les Albanais, qui sont eux aussi nos amis, poursuivront la solution de ces grands problèmes. P. L.

Océanographie

L'amplitude de la marée à la surface du globe. — Dans le numéro de mai 1922 des *Annales de Géographie*, j'ai publié une carte des amplitudes des marées à la surface du globe, dressée d'après 2.500 observations.

Les amplitudes de la marée sont très variables d'un lieu à l'autre. Alors qu'il y a des points où la marée est à peu près insensible, elle peut atteindre, en certains endroits, des amplitudes *moyennes* de plus de 10 mètres.

Sans parler des mers fermées ou presque fermées sur lesquelles nous reviendrons, d'une façon générale, la marée est très faible sur les îles situées en plein océan.

A l'île Ascension, l'amplitude moyenne est de 0 m. 40 ; les marées de vive-eau ont une amplitude moyenne de 0 m. 60. A Sainte-Hélène, l'amplitude moyenne est de 0 m. 60, en vive-eau de 0 m. 85.

A l'île Midway, au milieu du Pacifique (latitude 28°13'N, longitude 177°21'W), la marée n'atteint pas en moyenne 0 m. 25, en vive-eau 0 m. 30.

A Tahiti, l'amplitude de la marée a à peu près les mêmes valeurs qu'à l'île Midway.

Dans l'océan Indien, à l'île Maurice, l'amplitude moyenne est de 0 m. 30, en vive-eau de 0 m. 50. A La Réunion, l'amplitude moyenne est de 0 m. 60, en vive-eau 1 m. 10.

Très peu d'îles isolées ont des marées supérieures à 1 mètre, aucune n'a des marées atteignant une amplitude moyenne de 2 mètres.

Sur les côtes des continents, les marées les plus faibles (d'amplitude de moyenne inférieure à 1 mètre) s'observent : dans l'océan Atlantique, sur les côtes du golfe du Mexique et de la mer des Antilles, sur les côtes de l'Uruguay et l'estuaire du Rio de la Plata, sur les côtes du sud de Norvège ; dans l'océan Pacifique, sur les côtes du Mexique, au sud de Mazatlan, sur les côtes du Pérou, sur les côtes méridionales de l'Australie en presque totalité, sur les côtes orientales du Japon ; dans l'océan Indien, une partie des côtes sud de l'Inde, la côte sud de Madagascar ; en beaucoup de points de l'océan Arctique.

Les côtes où les marées dépassent en moyenne 4 mètres d'amplitude sont les suivantes :

Une partie de la côte orientale de l'Ecosse et de l'Angleterre : Dungeness (latitude 50°54'N, longitude 0°58'E), amplitude moyenne : 4 m. 9 ; amplitude de vive-eau moyenne : 6 m. 5 ;

Certains points de la mer d'Irlande et du canal de Bristol : Cardiff : amplitude moyenne : 8 m. 2 ; amplitude de vive-eau moyenne : 10 m. 9 ;

La côte française de la Manche : Granville, amplitude moyenne : 7 m. 9 ; amplitude de vive-eau moyenne : 11 mètres ; Brest, amplitude moyenne : 4 m. 3 ; amplitude de vive-eau moyenne : 5 m. 9 ;

La baie de Fundy : Pointe Burncoat, au fond de la baie, amplitude moyenne : 13 m. 1 ; amplitude de vive-eau moyenne : 15 m. 1 ;

La côte de Patagonie : entrée de la rivière Gallegos (latitude 51°23'S, longitude de 69°01'W) : amplitude

moyenne : 10 m. 3 ; amplitude de vive-eau moyenne : 13 m. 9 ;

Les chenaux latéraux du Chili : Port Montt (latitude 41°29'S, longitude 72°56'W), amplitude moyenne : 5 m. 4 ; amplitude de vive-eau moyenne : 6 m. 3 ;

Une partie de la côte du Canada sur l'océan Pacifique : Prince Rupert Harbour (latitude 54°17'N, longitude 130°21'W), amplitude moyenne : 6 m. 1 ; amplitude de vive-eau moyenne : 7 m. 2 ;

La côte chinoise du canal de Formose : Minn River (latitude 25°29'N, longitude 119°27'E), amplitude moyenne : 4 m. 7 ; amplitude de vive-eau moyenne : 5 m. 7 ;

La côte ouest de Corée : Chemulpo (latitude 37°23'N, longitude 126°36'E)', amplitude moyenne : 6 m. 1 ; amplitude de vive-eau moyenne : 8 m. 7 ;

La côte nord-ouest d'Australie : Pearce Point (latitude 14°26'N, longitude 129°21'E), amplitude moyenne: 5 m. 5 ; amplitude de vive-eau moyenne : 5 m. 8 ;

Une partie de la côte de Birmanie : Maulmein River (latitude de 16°04'N, longitude 97°33'E), amplitude moyenne : 4 mètres ; amplitude de vive-eau moyenne : 5 m. 8.

Conformément aux indications de la théorie, la marée au large est faible et n'atteint pas 1 mètre d'amplitude. Cette marée, en arrivant auprès des côtes, s'amplifie souvent d'une façon considérable, surtout dans les chenaux resserrés au fond des baies et auprès des côtes exposées au large, mais débordées par des petits fonds. Toutefois, la topographie littorale ne suffit pas pour expliquer toutes les anomalies.

Dans les mers fermées, les marées sont très faibles, mais elles sont souvent sensibles. Ainsi, en Méditerranée, on a signalé en plusieurs points des marées d'amplitude moyenne de 0 m. 10, et on peut même dire qu'il est rare que cette amplitude ne soit pas atteinte. En plusieurs endroits, elle est notablement dépassée.

Par exemple, sur les côtes de la mer Adriatique, les marées atteignent à Malamocco, près de Venise, une amplitude moyenne de 0 m. 60, aux vives-eaux de 1 mètre ; à Pola, l'amplitude moyenne est de 0 m. 60, aux vives-eaux de 1 mètre ; à Lissa, l'amplitude moyenne est de 0 m. 45, aux vives-eaux de 0 m. 70 ; à Smyrne, 0 m. 50 et 0 m. 75 ; à Tripoli, 0 m. 50 et 0 m. 55 ; à Sfax, 0 m. 80 et 1 m. 25 ; à Tunis, 0 m. 55 et 0 m. 90 ; à Alger, 0 m. 60 et 0 m. 80. J. Roucu.

Médecine

La calvitie précoce. — M. Sabouraud vient de publier sur la calvitie précoce — celle qui est pleinement constituée entre 20 et 30 ans — une étude fort intéressante dans laquelle il montre qu'elle est incontestablement de nature séborrhéique et que par conséquent les seuls moyens thérapeutiques à lui opposer sont ceux qui sont efficaces contre la séborrhée. (*Presse Médicale*, 31 mai 1922).

Aucun traitement général de l'alopécie séborrhéique ne lui a donné de résultats appréciables. On ne peut avoir recours qu'aux traitements externes et locaux qui sont actifs, mais ne sont jamais curateurs. Comme le fait remarquer M. Sabouraud, « ils améliorent considérablement la situation présente et l'avenir du futur chauve, mais ne lui apportent pas la guérison ». En appliquant avec persistance la meilleure thérapeutique on stabilise la chevelure, on arrête la chute en diminuant la séborrhée, sans jamais obtenir un retour en arrière de la maladie dont le développement est simplement entravé pour un temps plus ou moins prolongé.

Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le rapporter, M. Sabouraud a établi que dans la séborrhée et l'alopécie séborrhéique le soufre est le topique le plus actif. Toutefois, dans les cas graves, comme ceux qui déterminent rapidement la calvitie, il n'agit efficacement que sous forme de solution dans un solvant des graisses. Le sulfure de carbone pur tenant en dissolution 3 à 4 % de soufre convient particulièrement bien. L'emploi de ce médicament est désagréable et nécessite de grandes précautions, que nous avons déjà signalées (1), mais il n'y a guère que lui qui, en quelques semaines, ait une action d'arrêt évidente contre la calvitie précoce et la séborrhée qui en paraît la cause immédiate. Il ne faut pas oublier que le début de l'alopécie séborrhéique coïncide à peu près, chez l'homme, avec l'apparition de la première barbe et que le traitement agit d'autant mieux qu'il est plus précoce ; on aura donc intérêt à recourir d'emblée à une médication énergique plutôt que de perdre un temps précieux à essayer des topiques plus doux, mais inefficaces. A. B.

Biologie

Effets de l'acide carbonique sur le protoplasma. — Le protoplasma des différentes cellules se présente sous des aspects variés ; tantôt il est liquide, presque comme de l'eau, tantôt c'est un gel solide, et il y a tous les intermédiaires entre les deux. D'ailleurs, dans la même cellule, à des moments variés, la consistance du protoplasma varie notablement. Bayliss, dans ses études sur les systèmes colloïdaux (1920), indique que quand on examine l'ectoplasma d'une Amibe avec l'ultramicroscope, on voit de fines particules brillantes animées d'un mouvement Brownien rapide, ce qui est un indice de l'état liquide du protoplasma. En faisant agir une excitation électrique, le mouvement s'arrête brusquement, puis reprend avec la cessation de la stimulation, ce qui semble montrer que celle-ci détermine une solidification, ou du moins une augmentation considérable de la viscosité du protoplasma. Heilbrunn (1915) et Chambers (1917), à l'aide de méthodes différentes, ont montré que pendant la segmentation des œufs d'Invertebrés marins, le protoplasma, à chaque division de la cellule, passe par une série de stades successifs où les états plus et moins solide et liquide alternent régulièrement, et ceci est certainement un facteur important de la mécanique de la karyokinèse. Tout récemment, Leo Loeb a insisté sur l'importance des changements de la viscosité du protoplasma dans le déterminisme des mouvements amiboïdes. Cependant, on ne sait encore rien de précis sur les causes de ces changements d'état. On a pu les provoquer expérimentalement en faisant agir des sels d'aluminium ou bien des anesthésiques, éther, chloroforme, mais ce ne sont pas là des substances qui interviennent dans les conditions physiologiques habituelles. M. H. Jacobs vient d'apporter une contribution intéressante à cet égard (*Biological Bulletin*, vol. XLII, 1922); il a recherché l'action de l'acide carbonique sur les changements reversibles de la viscosité du protoplasma.

Il est évident que si CO^2 agit de façon effective, ce serait là un fait fort suggestif, car l'acide carbonique

(1) Voir *Revue Scientifique* de 1921, page 693. Traitement de la séborrhée par le sulfure de carbone soufré d'après R. Sabouraud.

n'est pas seulement un produit constant de l'activité cellulaire; on a reconnu que sa production par la même cellule est variable dans le temps, et il y aurait ainsi peut-être quelque rapport entre les changements de viscosité et la proportion de CO^2.

M. H. Jacobs a étudié, en outre de l'Amibe, les *Paramoecium caudatum* et *Colpidium colpoda*, les œufs d'*Arbacia* et les filaments de *Spirogyra*. Il a employé la méthode de centrifugation en partant de ce fait que plus le protoplasma est visqueux et plus il est difficile d'en séparer par centrifugation les différents corps de poids spécifiques variés qu'il contient, tels les grains de pigments et autres granules dans les œufs d'*Arbacia*, les chloroplastes de *Spirogyra*, certaines granulations fines des Infusoires. En ce qui concerne les Paramécies d'ailleurs, et les Colpodes, l'auteur commence par leur faire absorber de l'encre de Chine, et il examine les déplacements des vacuoles digestives remplies de grains noirs. Après deux minutes d'une centrifugation égale à 150 fois la pesanteur, ces vacuoles se portent vers l'extrémité postérieure du corps, mais ce n'est ni général, ni très prononcé. Il en est autrement lorsque, avant de centrifuger, on fait passer sur les Paramécies un courant de CO^2. Déjà une exposition d'une minute au CO^2 accélère un peu le phénomène ; quand elle est de 10 minutes, les vacuoles remplis d'encre de Chine se portent rapidement et en masse au pôle postérieur et y forment un amas compact, et il en est de même après 15 à 20 minutes. Mais, à partir de là, l'aspect change, les grains se déplacent toujours plus lentement; quand on fait agir CO^2 pendant 40 minutes, ils se meuvent à peine, et après 50 minutes, point du tout, ce qui montre que le protoplasma, après être passé par un stade liquide, devient de plus en plus visqueux à mesure que l'action de CO^2 se prolonge. Tout cela d'ailleurs est réversible : après la liquéfaction, comme après la solidification, le protoplasma reprend son état primitif au départ de CO^2. Au delà de 50 minutes, il y a coagulation irréversible suivie de mort.

Chez *Colpidium*, l'action de CO^2 est à peu près la même, mais plus lente; il y a d'abord liquéfaction, puis solidification de plus en plus prononcée et, enfin, coagulation irréversible. Chez *Asterias*, chez *Spirogyra*, il en est encore de même, de façon générale. Quant à l'Amibe, au lieu de la centrifugation, l'auteur emploie un autre procédé : il amène avec un fin tube capillaire un peu d'eau saturée d'acide carbonique au contact de l'animal. Celui-ci, s'il était au repos, émet immédiatement des pseudopodes dans la direction du tube capillaire ; s'il était en train de ramper, et que le CO^2 arrive par derrière, le sens de la reptation change brusquement de signe, puis il y a arrêt pendant quelques instants, et enfin l'Amibe se remet à marcher dans le sens primitif. La poussée des pseudopodes serait le signe d'une liquéfaction locale du protoplasma, et la paralysie momentanée, d'une solidification réversible.

Il résulterait de toutes ces expériences que l'acide carbonique détermine des changements de la viscosité du protoplasma, variables suivant la dose, le temps d'action et l'espèce considérée. Il n'est pas impossible dans ces conditions que l'acide carbonique, produit par les cellules mêmes, intervienne dans les changements d'état de leur protoplasma et les diverses activités physiologiques cellulaires qui les accompagnent.

A. Drz.

Enseignement

L'utilité des collections régionales d'Histoire naturelle. — Les musées de province cherchent souvent à constituer des collections générales d'Histoire naturelle. On sait à quelles difficultés se heurtent les grands organismes nationaux, comme le Muséum National d'Histoire naturelle à Paris, le British Museum à Londres, etc., pour réaliser ce but.

Il semble donc à M. Boutan (*Ann. Soc. Linn. Bordeaux*. LXXII, 1920) que dans cette orientation les musées de province n'arriveront jamais qu'à des résultats médiocres et qu'ils devraient se contenter de collections générales sommaires.

Il se trouve naturellement d'accord avec la plupart des savants qui se sont occupés de la question (voir Germain : La Biogéographie et les Musées régionaux ; *Ann. de Géogr.* 15 janv. 1918) pour penser que les musées de province rendraient beaucoup plus de services en constituant des *collections régionales*, aussi complètes que possible.

Ces collections locales intéresseraient certainement beaucoup plus vivement les visiteurs ; elles seraient plus instructives et plus éducatives. Elles contribueraient réellement à augmenter nos connaissances scientifiques et pratiques, alors que des collections générales, accumulatives, plus ou moins mal étiquetées, forcément incomplètes n'ont réellement aucun intérêt. Je dois ajouter que les collections locales de ce genre s'accroîtraient et s'enrichiraient très vite, par dons ou échanges des autres musées de province ou même de Paris.

Déjà actuellement, on constate que dans les musées de province, seules les collections locales augmentées, s'il y a lieu, de collections de comparaison avec des pays voisins, intéressent le public et les savants, aussi bien ceux qui habitent le pays que ceux qui le traversent.

Elles constitueraient même pour certains touristes un élément d'attraction.

P. L.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie industrielle

Huiles essentielles nouvelles du Tonkin. — M. Gattefossé a publié (*Agronomie Coloniale*, mars 1922) les études qu'il a faites récemment sur les échantillons de produits aromatiques indochinois distillés par un colon de Ha-Giang, M. Gardies. Celui-ci, grâce à une persévérance digne d'éloges, a créé des plantations de végétaux aromatiques du pays. En dehors des essences déjà connues comme celle de l'*Illicium verum* Hook, badianier que M. Gardies obtient en distillant non seulement les fruits seuls, mais aussi les feuilles ; celle du *Citrus decumana* Murr., pamplemoussier, qu'il obtient en distillant le zeste du fruit ; celle d'un *Ocimum* sp., basilic, celle des feuilles et des jeunes rameaux du *Cinnamonum camphora* Nees et Eber, camphrier, il en est un certain nombre qui sont nouvelles. *Litsaea citrata*, Bl. de la famille des Lauracées,

donne, par distillation de ses rameaux fleuris, une essence possédant une agréable odeur de linalol. Cette essence a donné à l'examen les caractéristiques suivantes :

Densité à 20° c	0,866
Pouvoir rotatoire	+ 20°2′
Indice de réfraction à 20°	1,4620
Acidité	0
I. E. (indice d'éthers)	7,65
Ethers %	2,67
I. E. après acétylation	153,07
Alcools libres %	44,88
Citral % (dosage sulfite)	8,15

Solubilité 1 vol. dans 1 vol. d'alcool à 64°.

Cathetus fasciculata, Lour (famille des Euphorbiacées) donne une essence de couleur jaune et une essence de couleur verte, essences dites de bruyère d'Annam, de bruyère du Tonkin, à odeur de Niaouli. M. Gattefossé donne les constantes physiques et chimiques de deux échantillons.

Une essence obtenue par distillation des feuilles d'une Zingibéracée, vraisemblablement *Alpinia* ou *Zingiber* sp., possède une odeur très fine et agréable d'« infusion de thé ». Les constantes de cette essence sont les suivantes :

Densité à 15°	0,902
Pouvoir rotatoire	8°8′
Indice de réfraction *n* D 20°	1,4884
Acidité %	0,19
I. E. (indice d'éthers)	10,92
Ethers %	3,78
I. E. après acétylation	123,57
Alcools libres %	33,79

Solubilité 1 vol. dans 1 vol. d'alcool à 87°.

Cunninghamia sinensis, R. Br. (conifères) bois de cercueil, donne par distillation une essence employée au Tonkin pour le traitement des plaies, meurtrissures, rhumatismes, etc. M. Gardies distille les bois et les branches. L'essence obtenue (essence de San Mou) a les constantes suivantes :

Densité à 15° c	0,957
Pouvoir rotatoire	—23°6′
Indice de réfraction à 20° *n* D	1,4932
Acidité %	0
I. E.	21,09
Ethers %	7,37
I. E. après acétylation	120,02
Alcools libres %	29,39

Solubilité 1 vol. dans 1 vol. alcool à 80°.

Cette essence possède une forte odeur de terpinéol et de cinéol.

Fokienia Hodginsii Henry et Th. conifère voisin du précédent, donne une essence (essence de Pe-Mou) possédant une odeur assez analogue à celle de l'essence précédente ; les caractères physiques et chimiques sont :

Densité à 20° c	0,913
Pouvoir rotatoire	+ 13°
Indice de réfraction *nD* 20°	1,4937
Acidité %	0
I. E.	23,14
Ethers %	8,10
I. E. après acétylation	188,34
Alcools libres %	41,42

Solubilité 1 vol. dans 3,5 vol. d'alcool à 70°. L. R.

Electrolyse

Les nouveaux électrolyseurs à diaphragmes employés dans l'industrie de la soude électrolytique. — L'industrie électrolytique de la soude était presque inexistante, en France, en 1914.

Pendant la guerre, les besoins de la défense nationale ont amené la construction de nombreuses usines.

La plupart de ces usines ayant à résoudre un problème trop rapidement et trop sommairement étudié, adoptèrent de vieux modèles d'électrolyseurs, tel que l'« Outhenin-Chalandre » ou le « Monthey », etc., appareils ayant fait leurs preuves, comme sécurité de fonctionnement, mais très médiocres au point de vue du rendement électrolytique.

Actuellement, les usines électrolytiques françaises se trouvent obligées, pour la plupart, à cause de la baisse des prix et de la concurrence, d'adopter des électrolyseurs modernes à grand rendement. (M. Fabre. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle*, t. III, p. 39.)

En dehors d'une usine importante, qui possède le procédé au mercure et qui paraît en être satisfaite, ce procédé ayant l'énorme avantage de fournir immédiatement, sans concentration coûteuse, des lessives de soude de richesse commerciale, toutes les autres paraissent s'orienter vers les électrolyseurs de conception américaines, dont le type est représenté par le système « Allen-Moore ».

L'auteur donne la description de ce type d'appareil, son mode de fonctionnement, ses défauts, dont tout particulièrement la fragilité du diaphragme, qui, pour donner les meilleurs résultats, doit être de provenance américaine.

L'auteur rend compte également de tentatives faites pour transformer les anciens éléments « Outhenin-Chalandre » en appareils fonctionnant suivant le principe actuel, ainsi que sur des essais faits sur un appareil à diaphragme horizontal et à anode et cathode filtrante.

L'auteur termine en donnant quelques indications sur les perfectionnements qu'il conviendrait de rechercher, et tout particulièrement sur la fabrication des papiers d'amiante, que les industriels spécialisés devraient étudier en vue de ces nouvelles applications.

Malgré les résultats très remarquables des électrolyseurs décrits, l'avenir peut-être restera aux cellules à mercure, qui fournissent encore un grand champ d'étude aux chercheurs. S. R.

Industrie

L'évolution de l'industrie du raffinage du pétrole en France. — Le pétrole naturel, tel qu'il est extrait des gisements, n'a encore trouvé d'applications *normales* dans aucun pays. (M. A. Guiselin. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle*, t. III, p. 35.)

Les divers hydrocarbures, dont l'ensemble constitue les pétroles naturels, sont en général employés comme *combustibles*, mais sous des formes répondant à des applications bien différentes.

La forme la plus simple sous laquelle le pétrole naturel peut être utilisé est celle de pétrole dit « *désessencié* » ou « *débenziné* », c'est-à-dire débarrassé de ses parties les plus volatiles et, par conséquent, les plus inflammables. Sous cet état, le pétrole est employé directement comme combustible.

Jusqu'à ces dernières années, la distillation et la concentration sous tous leurs aspects ont été presque uniquement employées comme moyens de séparation des divers sortes de produits commerciaux, tels que

les *essences, huiles lampantes, huiles lourdes, huiles lubrifiantes, résidus...*

Certains autres produits, comme les *paraffines, vaselines*, exigent cependant des opérations complémentaires et l'intervention de réactifs.

On peut dire que les premières méthodes de raffinage ont consisté surtout à appliquer des procédés de séparation purement physiques, le raffinage proprement dit s'adressant seulement à des méthodes chimiques, ordinairement destructives, de produits considérés comme des impuretés, auxquels on a trouvé aujourd'hui des applications curieuses.

Les besoins nouveaux créés par les progrès réalisés dans les applications des produits séparés des pétroles naturels ne se sont pas développés proportionnellement aux quantités disponibles, et pouvant être retirées directement par des moyens physiques.

Ainsi, les résidus et huiles lourdes sont les matières que l'on rencontre en plus grande abondance dans les pétroles naturels, alors que ce sont les essences et huiles lubrifiantes qui sont réclamées le plus impérieusement par l'Industrie. — En conséquence, la nécessité s'est imposée de recourir à d'autres traitements qui permettent, non plus de *séparer*, mais de *transformer* certains hydrocarbures peu demandés en hydrocarbures d'un prix plus rémunérateur.

Dans une autre direction, les progrès réalisés dans les applications ont montré l'obligation de tenir compte non plus seulement des propriétés physiques des dérivés du pétrole, mais encore de leurs propriétés chimiques. Enfin, quelques hydrocarbures ont pu devenir des matières premières dans la grande industrie chimique.

Toutes ces causes ont conduit naturellement à la recherche d'autres méthodes de raffinage.

Parmi les pays gros consommateurs de dérivés du pétrole, la France est certainement celui où l'on ressent le plus pressant besoin d'un progrès dans ce domaine. — Après la disparition de l'industrie du raffinage, conséquence d'une mauvaise législation fiscale, la France a dû se contenter des *produits Standard* importés de l'étranger ; mais ceux-ci ne satisfont pas pleinement le tempérament français, qui se plaît à rechercher l'harmonie, même en matière d'industrie.

Au surplus, de rudes événements ont démontré que les progrès ne devaient pas être recherchés seulement du côté des machines, mais encore vers l'utilisation des produits appropriés.

A ces considérations techniques se sont ajoutées des raisons économiques, se rattachant aux questions d'achat, de transport, de logement, de distribution, et qui, lorsqu'on les examine, conduisent à la conclusion logique de la nécessité impérieuse que nous avons de créer une véritable industrie du raffinage des pétroles.

Grâce à cette nouvelle industrie, nous réaliserons non seulement de sérieuses économies, mais nous posséderons encore un outil précieux pour notre Défense Nationale.

Un vaste champ d'étude, aux conséquences pratiques considérables, s'ouvre donc en France aux recherches scientifiques.

De grandes routes ont déjà été amorcées dans les divers domaines de cette nouvelle technique. Les lois qui régissent les actions successives ou simultanées de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, de la pression, sur les hydrocarbures, sont connues plus ou moins complètement. Mais il reste encore fort à faire depuis l'intervention de ces nouveaux facteurs puissants que sont les agents catalytiques.

Il n'est pas téméraire de penser que les dérivés du pétrole trouveront dans l'avenir d'autres emplois plus nobles que celui de *combustibles*. Et dans cette course au progrès, la France doit se rappeler que c'est chez elle qu'est née l'industrie du raffinage des huiles de schiste, d'où est sortie l'industrie du raffinage des huiles de pétrole.

S. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Ch. Gravier est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration, le 24 septembre prochain, de la plaque commémorative apposée sur la maison d'Edmond Perrier, à Tulle.

Centenaire de Pasteur. — Le Professeur Borrel, directeur de l'Institut d'hygiène et de bactériologie de Strasbourg, est nommé commissaire général de l'Exposition d'hygiène organisée à Strasbourg, à l'occasion du centenaire de Pasteur. M. Rondel, secrétaire général du Conseil Supérieur de l'Assistance publique, est nommé délégué du Ministère de l'Hygiène avec les Drs Filassier et Cruveilhier comme adjoints.

Un Comité consultatif de propagande de la commémoration du Centenaire est institué à Paris. Les membres seront nommés par arrêté du Ministre.

Coopération intellectuelle internationale. — M. H. Bergson, président de la Commission, a exposé à l'une des dernières séances de la Société des Nations, qui se tient à Genève en ce moment, qu'un acte de solidarité internationale devait être conclu en faveur des travailleurs intellectuels. La commission a envisagé la coopération en matière de recherches scientifiques par l'institution d'une caisse de crédits et de prêts, et la création de bibliothèques complètes de documentation avec dépôt obligatoire des livres et revues. Pour la France, le gouvernement serait disposé à mettre à la disposition de la Société des Nations le château de Vincennes. L'attention de la Commission s'est portée sur la question de la propriété intellectuelle et des droits des inventeurs. En terminant son exposé, M. Bergson a conclu qu'en rapprochant les travailleurs intellectuels, on contribuerait à établir plus de fraternité entre les nations.

Exposition des combustibles liquides. — A l'occasion du Congrès que nous avons annoncé, une Exposition sera organisée à l'Esplanade des Invalides. La séance d'ouverture du Congrès aura lieu le 10 octobre. L'Exposition comprend deux sections relatives l'une à la production, et l'autre à l'utilisation. Dans la deuxième section, on trouvera les appareils producteurs de force motrice, de chauffage, et d'éclairage ; des démonstrations et des expériences seront faites sur place.

Chimistes des Poudres. — M. l'inspecteur général Marqueyrol est nommé président de la Commission d'examen du concours ouvert pour 10 places de chimistes militaires.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les inscriptions pour le concours d'entrée à l'Institut de Chimie sont reçues tous les jours au secrétariat de l'Institut, 1, rue Pierre-Curie, Paris (5e).

Ecole Polytechnique. — 250 candidats ont été reçus à l'examen d'entrée ; celle-ci aura lieu le 2 octobre.

Le major est M. Pierre Gibrat.

Ecole nationale des Mines. — L'ouverture des cours aura lieu le 16 octobre. Quatre cours sont publics et gratuits. Minéralogie: M. Grandjean, lundis 8 h. 1/2 et vendredis 10 h. 1/4. Géologie : M. Termier, mardis et jeudis, 10 h. 1/4. Paléontologie : M. Painvin, mercredis, 10 h. 1/4. Pétrographie : M. Grandjean, mercredis, 8 heures 1/2. Avec l'autorisation du directeur, des auditeurs peuvent être admis aux autres cours de l'école, moyennant l'acquittement d'une taxe.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Par décret en date du 31 août 1922, la chaire d'hygiène industrielle du conservatoire national des Arts et Métiers a été transformée en « chaire d'hygiène générale dans ses rapports avec l'industrie ».

Ecole de céramique de Sèvres. — Cinq élèves ont été admis au concours de juillet. Le diplôme de sortie a été accordé à 11 élèves.

Université de Naples. — Un groupe important d'étudiants est arrivé le 12 septembre à Paris. Il a été reçu par l'Association des étudiants de Paris. Une réception leur a été faite par l'Institut à Chantilly.

Université de Varsovie. — Une délégation des étudiants français a été reçue à Varsovie ; ce voyage avait pour but d'assurer les bonnes relations entre les étudiants polonais et les étudiants français. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 septembre 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théodore Varopoulos* (transm. par M. Appell). **Sur un théorème de M. Remoundos.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Alf. Guldberg.* **Sur le théorème de M. Tchebycheff.**

SPECTROSCOPIE. — *Victor Henri* et *Pierre Steiner* (prés. par M. Maquenne). **Absorption des rayons ultraviolets par le naphtaléne.**

L'étude du spectre d'absorption du naphtaléne présente des difficultés en raison du grand nombre de bandes qui se fusionnent facilement, d'où les divergences entre les résultats obtenus par différents auteurs. MM. Henri et Steiner ont mesuré quantitativement l'absorption des solutions dans l'hexane, l'éther, l'alcool et l'eau ; ils ont trouvé dix-sept bandes entre 3207 et 2563 et une bande dans l'ultraviolet extrême pour $\lambda = 2209$. La courbe d'absorption du naphtaléne est décalée vers le rouge environ de 500 Å par rapport à celle du benzène. 1° L'absorption est plus de dix fois plus forte et le nombre de bandes est plus grand que dans le cas du benzène ; 2° Les fréquences des bandes du naphtaléne présentent une double périodicité ; 3° L'influence du solvant sur le spectre du naphtaléne est la même que dans le cas du benzène.

— *Erik Hulthén* et *Ernst Bengtsson* (transm. par M. Brillouin). **Recherches sur les spectres de bande du cadmium.**

De même que pour le mercure, les bandes de cadmium se sont montrées très sensibles à la présence de capacités dans le circuit de décharge. Ainsi pendant une série d'expositions, les auteurs ont constaté la disparition, par degrés, des bandes à mesure de l'augmentation de la capacité.

MINÉRALOGIE. — *G. Murgoci.* **Sur la classification des amphiboles bleues et de certaines hornblendes.**

En tenant compte des caractères des amphiboles bleues, exposés dans une Note précédente, l'auteur en a distingué dix espèces. Se basant sur cette étude pour celle des barkevicites et des hornblendes, ils ont distingué les séries dans lesquelles le rapport $m\ MgO : l\ FeO = const.$, puis, dans ces séries, on doit séparer les espèces d'après la teneur en sesquioxydes ($Al^2O^3 + Fe^2O^3$) en tenant compte du type probable de la formule chimique ; enfin les variétés se distinguent par le rapport $p\ Fe^2O^3 : q\ Al^2O^3$, avec lequel sont probablement en relation les propriétés optiques. L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mirande* (prés. par M. Guignard). **Sur la formation d'authocyanine sous l'influence de la lumière dans les écailles des bulbes de certains Lis.**

Les écailles des bulbes de certains Lis, comme le Lis blanc et le Lis Martagon, détachées du bulbe, et placées, simplement à sec, à la lumière, ne tardent pas à devenir très rouges sur leurs deux faces, par suite de la formation d'authocyanine dans leurs assises sous-épidermiques.

Pour pouvoir produire des bulbilles, il est nécessaire que l'écaille ne se dessèche pas et puisse vivre longtemps. Ce but est précisément atteint par cette formation d'authocyanine qui, grâce à son fort pouvoir osmotique, est une efficace protection contre la fanaison. En abandonnant à la lumière des écailles détachées, il s'en trouve qui, pour quelque raison, ne produisent pas d'authocyanine ; de telles écailles se dessèchent et se flétrissent avec rapidité.

HYGIÈNE. — *Raphaël Dubois* (transm. par M. Henneguy). **Sur la destruction des moustiques par les anguilles et le repeuplement des cours d'eau, étangs, etc.**

L'auteur montre qu'il y aurait grand avantage à transporter de jeunes anguilles dans toutes les eaux où vivent les larves de moustiques, même dans les eaux d'égout. Leur résistance exceptionnelle, la modicité de leur prix, la facilité de leur capture en grande masse, leur transport particulièrement facile constituent certainement le moyen le plus efficace pour lutter partout contre le redoutable moustique.

Sous le rapport de l'hygiène publique aussi bien que de la consommation, la mesure préconisée peut rendre les plus grands services. P. Guérin.

Séance du 11 septembre

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Merlin* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur un espace mobile attaché à un réseau.**

GÉOMÉTRIE DE SITUATION. — *P. Urysohn* (prés. par M. Henri Lebesgue). **Les multiplicités cantoriennes.**

HYDRODYNAMIQUE. — *D. Riabouchinski* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur les équations du mouvement à deux dimensions de solides dans un liquide avec tourbillons.**

— *Henri Villat* (prés. par M. Henri Villat). **Sur les mouvements plans tourbillonnaires dans un fluide simplement ou doublement connexe, contenant des parois solides.** L. FRANCHET.

ENTOMOLOGIE. — *L. Cuénot* et *L. Mercier*. **La perte de la faculté du vol chez les Diptères parasites.**

Chez les Diptères parasites que l'on a groupés pendant longtemps sous le nom de Pupipares, il est admis généralement que l'atrophie des ailes est la suite d'un non-usage lié au mode de vie parasitaire. Or, il n'en est rien. L'atrophie des ailes n'est pas parallèle à celle des muscles ; c'est un phénomène qui ne suit pas forcément l'atrophie musculaire, qui est postérieur dans le temps et dont les modalités sont extrêmement variables dans les différents groupes d'Insectes.

La fréquence des espèces incapables de vol parmi les parasites paraît constituer, disent MM. Cuénot et Mercier, un problème analogue à celui de la fréquence relative des Insectes désailés des bords de la mer et des îles.

LITHOLOGIE. — *W. J. Vernadsky*. **Sur le problème de la décomposition du kaolin par les organismes.**

Sous certaines conditions inconnues, les Diatomées sont-elles capables d'opérer la décomposition du noyau kaolinique, avec mise en liberté d'hydrate d'alumine ? Des expériences ont été poursuivies par l'auteur en vue de résoudre cette question, mais étant donné que les cultures de Diatomées renfermaient des Bactéries, il est nécessaire d'établir, dans les expériences futures, si l'action chimique est provoquée par les Bactéries, par les Diatomées ou par leur symbiose.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Cam. de Bruyne*. **Idioblastes et diaphragmes des Nymphéacées.**

Contrairement à ce qu'avancent certains auteurs, toutes les Nymphéacées sont munies de diaphragmes, c'est-à-dire de cloisons transversales fenêtrées jalonnant le cours des canaux aérifères intercellulaires. Toutefois on ne les rencontre pas toujours avec le même aspect ni dans tous les organes. Il en existe également dans la racine.

Ces diaphragmes peuvent-ils être remplacés anatomiquement et physiologiquement par les poils internes (idioblastes) ? Il y a, chez les Nymphéacées, collaboration, d'après l'auteur, et il ne semble pas qu'il puisse s'agir de remplacement éventuel.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Marc Romieu* (prés. par M. Joubin). **Méthode de coloration élective du système nerveux chez quelques Invertébrés.**

Le réactif benzidine — eau oxygénée — a donné à l'auteur, dans quelques familles d'Annélides, en particulier chez les Aphrodiciens et chez les Phyllodocéens, des figures très remarquables et très complètes du système nerveux dont on peut alors à loisir dessiner les moindres détails.

Les résultats sont aussi bons lorsqu'on opère après fixation alcoolique que sous aucune fixation. La coloration bleue se conserve deux ou trois heures, puis elle brunit et s'efface.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Mokragnatz* (prés. par M. Roux). **Sur la présence du cobalt et du nickel chez les végétaux.**

Les auteurs ont isolé, de divers organes d'une quinzaine d'espèces de Phanérogames, le cobalt à l'état de cobaltonitrite de potassium et le nickel sous la forme de combinaison avec la diméthylglyoxime.

Les proportions de cobalt et de nickel contenues dans les végétaux sont très petites. Rapportées au kilogramme de substance fraîche, elles sont comprises: pour le cobalt, entre moins de 1/200 de milligramme et 0 mg 3 (sarrasin) ; pour le nickel, entre 0 mg 01 (tomate) et 2 mg (pois).

La présence de ces métaux dans l'organisme végétal est-elle seulement passive ou bien correspond-elle à un besoin physiologique, c'est ce qui reste à savoir.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La gamme majeure des physiciens aux musiciens. — *Essai de théorie acoustico-musicale simplifiée*, par Albert VILAR. In-8° de 56 pages, chez l'auteur (Dr Al. Vilar, à Longwy, (Meurthe et Moselle).

Cette brochure, à la fois précise et claire, appelle l'attention sur quelques points d'acoustique parfois assez mal connus des musiciens : différence entre le dièse du physicien et celui du musicien, définitions multiples et contradictoires du comma. L'auteur propose une conception simple du comma, en accord suffisant avec les principales définitions qui ont été données des différents types de commas. Il propose également une explication intéressante de la présence dans la gamme majeure type, des notes dont les intervalles à la tonique comportent le dénominateur 3 (*fa* et *la* dans la gamme d'*ut*) basée sur l'existence des *harmoniques graves* engendrés par certains corps vibrants et signalés par MM. Massol et Sizes.

En résumé, brochure intéressante et instructive.

A. Bc.

Dictionnaire anglais-français-allemand de mots et locutions intéressant la Physique et la Chimie, par R. CORNUBERT, ingénieur-chimiste, docteur ès-sciences physiques. In-8° de 297 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 42 francs.

La création, particulièrement depuis la dernière guerre, d'organismes internationaux destinés à réaliser l'union des savants des divers pays, amène dans la littérature une complication qui va chaque jour en augmentant à mesure que s'étend le domaine des recherches. L'une des grandes difficultés auxquelles se heurte le plein effet de ces organismes se rencontre dans la différence des langues. C'est pourquoi les chimistes et les physiciens sauront gré à M. Cornubert de leur donner un dictionnaire en trois langues, français, anglais et allemand, dictionnaire essentiellement technique dans lequel ils trouveront un grand nombre de termes scientifiques qui ne se rencontrent pas dans les dictionnaires ordinaires. L. Fr.

Les confins albanais administrés par la France (1916-1920). — Contribution à la géographie et à la géologie de l'Albanie moyenne, par Jacques BOURCART. In-8° de 307 pages avec 76 figures et 1 carte en couleurs. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix: 25 fr.

Le beau volume de M. Jacques Bourcart est une œuvre qui restera parmi les plus importantes contributions à la connaissance des Balkans.

Les observations personnelles de l'auteur, faites de 1916-1920, d'abord au cours des marches effectuées avec son régiment, puis comme adjoint pour les affaires civiles au commandant des Confins, constituent la base solide de ce travail. Mais M. Bourcart sait mieux que personne, qu'aujourd'hui la science est l'œuvre de tous, qu'à ses observations personnelles il faut joindre celles des autres, fussent-ils les adversaires militaires de la veille, quelquefois devenus les alliés d'aujourd'hui. Sa bibliographie est copieuse et paraît complète ; mais il ne s'est pas contenté d'accumuler les fiches, il a lu, et s'est assimilé les travaux. Aussi, cet ouvrage est-il une véritable monographie des « Confins Albanais ».

Sa carte géologique au 200.000e, en 23 teintes, restera peut-être un des meilleurs titres à la gratitude des Albanais pour la France.

Le maréchal Franchet d'Esperey, qui a su allier la science militaire à l'amour de la science, peut être fier de l'œuvre qu'il a suscitée.

Le travail de M. Bourcart comprend trois parties : Géologie, Géographie physique, puis Géobotanique et Anthropo-géographie. La multiplicité de ces titres prouve que M. Bourcart est un excellent naturaliste, qui a su voir tout ce qu'il pouvait voir dans les conditions forcément défectueuses où il se trouvait.

Il apporte toute une série de documents illustrés de coupes, très claires et faciles à comparer, grâce au soin de les faire toutes à la même échelle. Les photographies fort intéressantes qui accompagnent le texte ne sont malheureusement pas bien tirées. La *Revue de Géographie* aurait dû faire le sacrifice de quelques planches hors-texte.

Ce livre aurait gagné également à avoir des résumés en fin de chapitre et un index alphabétique des nombreuses localités citées.

L'étude géologique des Confins albanais comporte d'abord un examen approfondi des Roches Vertes (serpentines, etc.), si abondantes en Albanie, qui apparaissent dans les chaînons externes des zones plissées, et jouent un rôle géographique de premier ordre ; elles affleurent tout le long de la surface de charriage des nappes albanaises et leur contact avec les calcaires crétacés est toujours fortement minéralisé.

Un rôle également très important dans la topographie est joué par les calcaires-marbres du Crétacé, très épais (plus de 1000 m.), contenant peu de fossiles où les subdivisions sont difficiles. Ils forment de véritables murailles abruptes ; leur grande perméabilité détermine un paysage karstique.

Le Nummulitique est formé de calcaires analogues ; mais les fossiles qu'y a trouvés M. Bourcart lui ont permis de préciser les niveaux et de distinguer sur sa carte trois couleurs pour l'Eocène et trois couleurs pour l'Oligocène.

Le Neogène est traité plus rapidement.

Les documents stratigraphiques apportés par M. Bourcart sont donc très importants. Mais la géologie stratigraphique n'est pas pour lui la chose essentielle. On ne trouve pas dans ce travail les parallélismes à grandes distances et les considérations générales que l'on est habitué à trouver dans les thèses de Géologie. C'est que ce beau mémoire est essentiellement une Thèse de Géographie Physique, et l'on doit être reconnaissant à l'auteur d'avoir fait à la Géologie une grande part dans ses recherches.

Pour tous les géographes de l'école des Vélain et des Gentil, la Géologie est le soubassement indispensable sur lequel doit s'appuyer la tectonique puis ensuite la géographie physique. Effectivement, l'étude de la tectonique de l'Albanie tient une grande place dans le livre de M. Bourcart et il pense que les problèmes suscités par la géologie des confins albanais peuvent se résoudre par « l'hypothèse de grands mouvements tan-« gentiels, oligocènes, suivis d'une surrection en « masses, de tout le territoire, comprise par les affaisse-« ments relatifs locaux. »

Et dès lors, toute la géographie de l'Albanie s'éclaire et en particulier son hydrographie si particulière.

Le mouvement de surrection de la fin du Miocène a déterminé la pénéplanation de l'Albanie et la création d'un réseau hydrographique qui a rapidement évolué vers la maturité.

Puis les effondrements égéens ont changé complètement cet ancien réseau hydrographique et provoqué des captures importantes qui font empiéter le réseau égéen sur le réseau adriatique.

Il résulte de ces vicissitudes multiples que le profil longitudinal des rivières présente de nombreuses brisures. M. Bourcart en donne quelques exemples très instructifs.

L'œuvre des successeurs de M. Bourcart sera de préciser l'âge de ces divers mouvements ; mais il aura le mérite d'avoir été un devancier, d'avoir débrouillé les grandes lignes.

Son travail laisse entrevoir en outre que peut-être la solution de problèmes généraux sur la tectonique des montagnes plissées sur la nature épeirogénique ou eustatique, les derniers mouvements du sol se trouvent sinon en Albanie même, du moins dans les Balkans.

Je lui souhaite donc un successeur ou plutôt un élève dans cette région. Il faudrait que sa Thèse incite le Gouvernement albanais à créer un service géologique et que les géologues albanais, instruits en France à nos méthodes à la fois précises et synthétiques, continuent l'œuvre géologique d'un Français, dans ce pays auquel vont toutes les sympathies de la France.

Paul LEMOINE.

Annales Hydrographiques. *Recueil de documents et mémoires relatifs à l'Hydrographie et à la Navigation.* Volume de 1919-1920, publié par le service Hydrographique de la Marine, Paris. — Prix : 10 francs.

Dans le volume des *Annales Hydrographiques*, que le Service Hydrographique vient de distribuer, on trouve plusieurs études scientifiques intéressantes. Nous citerons, entre autres, les suivantes :

1° Le vice-amiral Arago continue l'*étude expérimentale de la houle*, qu'il avait commencée dans un numéro précédent des Annales.

2° Le Service Hydrographique a étudié, au cours de l'année 1919, l'emploi possible des ondes sous-marines, d'une part en propagation horizontale pour mesurer les distances en mer d'un point à un autre, d'autre part en propagation verticale pour mesurer la hauteur de l'eau par écho d'une onde sonore sur le fond.

3° M. Volmat, ingénieur hydrographe principal de la marine, a été chargé d'étudier les conditions d'application aux levés hydrographiques de *la photographie aérienne en hydravion*. M. Volmat étudie les meilleures conditions d'utilisation du procédé photographique pour la recherche des hauts-fonds, suivant l'éclairage, la hauteur du soleil, la houle, etc. Il donne des indications utiles pour installer l'appareil photographique à bord des hydravions.

4° M. Rouch publie une carte de la *répartition des observations météorologiques faites en mer par les navires français de guerre et de commerce.* Les archives du service hydrographique possèdent 25 années suivies d'observations, classées par degré de latitude et de longitude. La carte publiée indique, par carrés de 10 degrés de latitude et de longitude, le nombre d'observations portées sur les registres. Plusieurs carrés ont plus de 10.000 observations, mais beaucoup en ont à peine une centaine.

La carte est limitée au sud par le 60° parallèle, au nord par le 50° parallèle dans l'Océan Pacifique, et par le 75° parallèle dans l'Océan Atlantique. Les seuls navires français qui ont dépassé ces latitudes sont : au nord, le *Manche* qui a fait un voyage au Spitzberg, le *Jacques-Cartier*, qui a fait un voyage en Nouvelle Zemble ; au sud, le *Français* et le *Pourquoi-Pas*, dans leurs voyages antarctiques sous le commandement du Dr Charcot. J. R.

L'ajustement et l'essai des objectifs de lunette, 3e édition. In-8° de 123 pages, avec 30 figures et 3 planches. T. Cooke and Sons, Ltd., éditeurs, London and York. — Prix : 12 sh.

Le monde des opticiens accueillera la troisième édition de ce petit ouvrage, avec le même plaisir que les deux précédentes. Quoique tout d'abord destiné aux astronomes, il contient des renseignements utiles à beaucoup d'autres travailleurs. Les méthodes les plus importantes de réglage et d'essai des objectifs sont décrites à un point de vue pratique ; on trouve en outre dans ce livre des données relatives aux aberrations chromatiques secondaires des objectifs, dans leurs relations avec la vision. L. Brüninghaus.

Manuel pratique pour le choix des verres de lunettes et l'examen de la vision, par les Docteurs Scrini et Fortier. *Deuxième édition.* In-16 de 176 pages avec 49 figures. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Ce petit livre, entièrement consacré à l'étude d'un sujet traité, en général, trop sommairement dans les manuels d'ophtalmologie, a été accueilli très favorablement dans les milieux médicaux, dès sa première édition, car il permet aux jeunes médecins, désireux de se spécialiser comme oculistes, d'acquérir rapidement des notions d'importance fondamentale pour la pratique journalière. Mais ce n'est pas à eux seulement qu'il peut être fort utile, et nous sommes persuadé que tous les scientifiques auxquels nous le recommandons nous sauront gré de le leur avoir signalé.

Même dans les milieux cultivés, on ignore souvent combien il est nécessaire de corriger exactement, parfois dès l'enfance, la plus légère anomalie de la réfraction. Beaucoup de personnes, cependant fort instruites, lorsqu'elles se résignent à faire usage de verres correcteurs, s'adressent simplement à un opticien et n'ont même pas idée qu'il leur serait utile de prendre l'avis d'un ophtalmologiste. La lecture de l'excellent ouvrage des docteurs Scrini et Fortier les éclairera sur les inconvénients d'une mauvaise correction, leur fera comprendre l'importance des principes sur lesquels repose la prophylaxie de nombreuses affections oculaires et les convaincra que, dans bien des cas, on ne saurait sans danger pour l'avenir de la vision se passer de l'avis d'un médecin spécialiste. A. B.

Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire Municipal de Paris, publiées sous la direction de A. Kling, Directeur du Laboratoire Municipal. Deux volumes grand in-8° de 326-464 pages, avec nombreuses figures et planches en couleurs. T. I : Produits animaux, conserves, salaisons et produits conservés ; t. II : Produits végétaux et dérivés. Dunod, 47, quai des Grands-Augustins, Paris. — Prix : 32 et 39 francs.

M. Kling estime très justement « que le fait d'avoir été pour la plupart adoptées comme officielles ne conférait pas aux méthodes, créées ou en usage au Laboratoire Municipal de Paris, une intangibilité perpétuelle et que les moyens et procédés d'investigation devaient se transformer et se perfectionner sans cesse, à mesure qu'évoluait l'objet à l'étude duquel ils étaient destinés ». Partant de ce principe, dès son arrivée au Laboratoire Municipal, M. Kling avait fait entreprendre par les excellents spécialistes qui l'entouraient, une révision méthodique des procédés d'analyse depuis longtemps appliqués et tels qu'ils étaient exposés dans les *Documents du Laboratoire Municipal.* Cet ouvrage, qui servait de guide à un très grand nombre d'experts en matières alimentaires, s'était trouvé épuisé dès le début de l'examen critique des méthodes, et, la guerre ayant suspendu la réalisation du programme primitif, M. Kling a été amené à publier, avec les plus anciens et les mieux qualifiés de ses collaborateurs, non pas une réédition des *Documents*, mais l'ouvrage plus complet et mieux compris dont nous présentons les deux premiers volumes à nos lecteurs.

Les auteurs y donnent, non seulement une grande partie des matières contenues dans les *Documents*, mais également certaines mises au point, diverses rectifications et compléments, ainsi que quelques chapitres complètement nouveaux. En décrivant les méthodes d'expertises, ils ont, avant tout, cherché à juxtaposer à la description des procédés ou à l'indication des règles, « l'explication scientifique qui en fasse comprendre le pourquoi ». Comme le fait remarquer M. Kling dans son introduction, il importe que, dans un traité d'analyse, « les raisons scientifiques qui servent de base aux méthodes analytiques ou aux interprétations des résultats y soient nettement dégagées ». Les méthodes de l'expertise chimique « ainsi que l'esprit dans lequel il convient qu'elles soient appliquées, doivent être scientifiques et non empiriques ». C'est dans le but de montrer aux experts comment ces principes sont mis en pratique au Laboratoire Municipal que les auteurs ont rédigé cet ouvrage que M. Kling qualifie lui-même de provisoire, car il n'a pas renoncé au programme de révision et de mise à jour qu'il a élaboré il y a une dizaine d'années et dont les circonstances n'ont fait que retarder la réalisation.

Le tome I est consacré tout entier aux produits animaux, aux conserves, salaisons et produits conservés. Le chapitre premier, de 114 pages, a été rédigé par M. Kling qui y traite l'importante question de l'analyse du lait et de la délicate interprétation de ses résultats. Après une courte étude de M. Pons sur les fromages, M. J. Froidevaux, chimiste principal au Laboratoire Municipal, expose très clairement et avec tous les détails théoriques ou techniques utiles, tout ce qui concerne les viandes, le poisson, les œufs et toutes les conserves, c'est-à-dire des produits dont l'expertise est particulièrement délicate, puisqu'il faut faire appel tantôt à la chimie, tantôt à la bactériologie, à l'histologie, à la botanique ou à la zoologie. Le chapitre III, qui ne comporte pas moins de 180 pages, est complété par de fort belles planches en couleurs représentant des préparations histologi-

ques, bactériologiques et parasitologiques de l'auteur.

Le tome IV, qui est le second volume paru, est réservé aux produits végétaux et à leurs dérivés : on y trouve tout d'abord une bonne étude de M. G. Le Gall du Tertre sur l'examen des céréales, légumineuses, fécules, farines, pain, pâtes et pâtisseries, puis divers chapitres, rédigés par M. Génin, sur le cacao, le chocolat, le café, le thé et les épices. Dans le chapitre VII, M. L. Robin étudie avec soin la micrographie et ses applications. Dans la seconde partie du volume, M. Gélin a traité l'importante question de la saccharimétrie et des produits sucrés ; il a eu l'heureuse idée de consacrer un chapitre à la théorie élémentaire de la saccharimétrie. Les derniers chapitres, dus à M. Cuniasse, sont entièrement consacrés à l'analyse des alcools et des spiritueux.

L'analyse sommaire de ces deux volumes permet de se rendre compte du grand développement que M. Kling et ses collaborateurs ont donné aux divers sujets abordés et des services incontestables que l'ensemble de l'ouvrage rendra aux experts-chimistes et aux hygiénistes.

Dr A. Bertelot,
de l'Institut Pasteur.

The Extra Pharmacopœia par Martindale et Wescott, 17e *édition* en deux volumes reliés in-18. Vol. I : 1115 pages. Vol. II : 688 pages. H.-K. Lewis and Co. Ltd. 136 Gower Street London. W. C. 1 et W. Martindale 10 New Cavendish Street London W. 1. — Prix : Tome I : 27 sh. 6 p. Tome II : 17 sh. 6 p.

La place nous manque pour analyser comme il le faudrait cet aide-mémoire qui renferme l'exposé abrégé de toutes les connaissances théoriques ou pratiques utiles au pharmacien dans l'exercice de sa profession. Il est, à l'égard des pharmacopées britannique et américaine, ce que *l'Officine* de Dorvault est à l'égard de notre Codex, mais son caractère scientifique est plus accusé et il est rédigé sur un plan plus moderne. Les indications bibliographiques y abondent et il est parfaitement au courant des derniers progrès de la science jusqu'en 1920. Il n'est d'ailleurs pas surprenant qu'il soit si bien documenté puisqu'il est publié par une des plus importantes fabriques de produits pharmaceutiques d'Angleterre.

Il faudrait disposer d'une importante bibliothèque chimique, pharmaceutique et thérapeutique, pour retrouver — mais au prix de quel travail — les innombrables renseignements qu'il renferme. C'est un ouvrage indispensable à quiconque s'occupe de préparer, d'analyser ou d'appliquer des médicaments, ainsi qu'aux personnes chargées d'examiner, au point de vue chimique, microscopique ou bactériologique les produits pathologiques, voire même l'eau, le lait et quelques aliments. On ne peut se rendre compte que par un usage constant de la valeur scientifique, de l'intérêt pratique, ainsi que de l'abondance et de la variété des documents que l'on peut puiser dans ces deux petits volumes. Dr A. Berthelot.

Lichens, par Annie-Lorrain Smith, du British Museum. 1 vol. gd. in-8° relié, de 464 pages, avec 135 figures. (*Cambridge Botanical Handbooks*). Cambridge University Press C. F. Clay, Fetter Lane, London E. C. 4. — Prix : 55 shillings.

Cet ouvrage fort bien illustré, notamment par de bonnes photographies, est une excellente monographie où sont étudiés non seulement la morphologie et le systématique des lichens, mais également leur biologie, leur physiologie, leur phylogénie, leur dispersion dans la nature et leurs usages thérapeutiques et industriels. Un chapitre est même consacré à l'histoire de la lichénologie. Ce volume constitue une sorte d'introduction au magnifique ouvrage que son auteur a publié sous le titre *Monograph of British Lichens* et que nous avons présenté aux lecteurs de la *Revue Scientifique.*

L'auteur a traité la bibliographie avec un soin tout particulier, aussi bien dans le texte que dans l'important index placé à la fin du livre. Il a eu l'heureuse idée de donner, au début de celui-ci, un glossaire de tous les termes employés par les lichénologistes. Cet intéressant ouvrage rendra de grands services, aussi bien aux étudiants et aux amateurs désireux d'acquérir des connaissances précises sur les lichens, qu'aux botanistes de carrière qui trouveront en lui un guide précieux pour leurs recherches ou leur enseignement.

A. Berthelot.

Foraminifera of the Philippine and adjacent Seas, par Joseph A. Cushman. In-8° de 608 pages. Washington Government printing Office.

Ce fort volume orné de 52 figures et de 100 planches hors texte est consacré à la description des Foraminifères recueillis dans les eaux de l'archipel des Philippines et dans celles des régions avoisinantes de la Mer de Chine et du Pacifique. L'auteur fait observer que les échantillons de faible profondeur appartiennent aux formes tropicales ; de 100 à 500 mètres dominent les Lagenides ; dans les eaux plus profondes encore, et jusqu'à 1.800 mètres, on rencontre surtout les genres et les espèces à test arénacé caractéristiques des régions froides ; en effet, la température de l'eau est le facteur essentiel de la distribution géographique de ces êtres.

A. Drz.

Souvenirs entomologiques, par J.-H. Fabre. *Quatrième série.* In-8° de 358 pages avec 16 planches hors texte et nombreuses figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ce nouveau volume de la belle édition définitive illustrée, commencée il y a deux ans, renferme d'intéressantes études sur les Pélopées, les Agénies, les Mégachiles, les Anthidies, les Philanthes, les Ammophiles et les Sirex. Un chapitre entier est consacré au mode d'action du venin des Apiaires sur les autres insectes.

A. B.

Le Cimetière barbare de Lezéville. *Mobilier funéraire et art décoratif Francs,* d'après les fouilles exécutées par M. Edouard Salin, ingénieur civil des Mines. In-4° de 146 pages avec 29 figures et 16 planches, dont 8 en couleurs. Berger-Levrault, éditeur, Nancy, Paris, Strasbourg. — Prix : 50 francs.

Ce volume, très bien édité par la maison Berger-Levrault, expose le résultat des fouilles effectuées par M. Salin dans un cimetière franc, situé à Lezéville, près de Grand (Meuse). Les 270 sépultures explorées, qui occupaient une surface de 2.000 mètres carrés, ont fourni de belles séries d'objets : armes, bijoux, poteries et silex taillés. Parmi ces objets, au nombre de 477, déposés au château de Montaigu, un certain nombre ont été détruits lors de l'incendie du château en novembre 1921.

Les sépultures, taillées en plein roc, étaient toutes à inhumation, les corps reposant soit à même la fosse, soit dans des sarcophages en pierre ; peut-être quelques-uns ont-ils été inhumés dans des cercueils en bois

comme paraît le faire croire la présence, dans plusieurs fosses, de rares clous et cornières en fer. Aucune inscription ou motif décoratif n'ont été relevés, mais parmi les cippes qui s'élevaient au pied de quelques tombes un seul porte une série de cercles gravés en creux. Plusieurs squelettes étaient recouverts de cendres et de charbons, d'autres, et ce fait est particulièrement intéressant, ont été recouverts, lors de l'inhumation, d'herbages (en l'espèce, *Equisetum arvense*). Deux squelettes avaient, entre les jambes, un crâne humain portant des blessures ayant entraîné des fractures.

Parmi les bijoux, les colliers étaient composés de perles en verre et en céramique, avec incrustations, de perles d'ambre, nombreuses, de tiges d'encrines fossiles, d'anneaux et de cylindres de bronze. Une sépulture a fourni un reste d'ornement dont il ne restait que six plaquettes d'or.

Diverses sépultures ont donné, comme objets en pierre, un fragment de hache polie en amphibolite, renfermé dans une sorte de bourse, deux galets de quartz, et vingt-deux silex dont deux flèches à pédoncules.

De nombreux vases funéraires en céramiques (et 3 vases en verre) ont été trouvés, mobilier assez pauvre, du reste, mais l'auteur fait très probablement erreur en disant que ces poteries sont vernissées (ce que les archéologues appellent improprement *vernis* est une glaçure au plomb) ce qui n'apparaît pas dans la description qu'il en donne. Un vase en verre, caliciforme, est particulièrement intéressant.

Enfin les nombreuses pièces d'armement donnent un bon ensemble de l'art du métallurgiste aux Ve et VIIe siècles.

L. Franchet.

La Science et le Pluralisme, par G.-H. Rosny aîné. In-16 de 217 pages (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Dans un précédent volume l'auteur avait étudié le pluralisme. Il veut montrer, dans celui-ci, le rapport du pluralisme avec les sciences. Après avoir posé que la méthode scientifique est pluraliste, étudié la conception scientifique du changement et de la conservation, la contingence et la détermination du réversible et de l'irréversible, la substance, l'énergie et les principes de l'énergétique, les milieux intustelllaires et interatomiques, l'espace pluriel, l'espace des géomètres et celui des relativistes, le temps et la question de savoir s'il y a opposition entre la durée psychique et la durée scientifique, le principe de relativité, il conclut : on ne peut ni confondre l'espace et le temps, ni concevoir l'un sans l'autre.

L'étude se poursuit par l'examen de l'électro-magnétisme, de l'énergie chimique, du transformisme biologique avec ses crises, ses incertitudes et son avenir ; de ce que sont la conscience variable, élément actif de l'existence, la cosmogonie. A l'encontre de ceux qui s'acharnent à la recherche de l'unité, il proclame qu'il y a partout pluralité manifestée de toutes parts par la réalité.

Louis Batcave.

La vie, ce qu'il faut en savoir, par A. Rutot, membre de l'Académie royale de Belgique et du Conseil Supérieur d'hygiène publique. In-12, 265 p., Rhéa, éditeur, Bruxelles.

Pour les matérialistes la vie est une simple manifestation de la matière tenant dans les réactions chimiques ou physiques qui se produisent entre l'être vivant et le milieu dans lequel il fonctionne. L'homme n'est alors qu'une machine, un transformateur d'énergie soumis aveuglément à toutes les influences ou excitations, internes ou externes. Pour les spiritualistes au contraire, la vie est d'essence distincte et supérieure à la matière, car c'est elle qui l'anime d'une sorte d'élan original se propageant de germe en germe. L'homme est alors un chaînon privilégié de la chaîne des êtres, doué de volonté et de liberté de pensée, conscient et responsable de ses actes, évoluant selon un plan plus ou moins déterminé. Entre ces deux doctrines, l'auteur adopte une opinion moyenne, faite de conciliations.

Pour lui le Savoir seul est la source première du bonheur tant physique que moral. Il procure la santé par l'hygiène et la modération des désirs. Il permet de jouir pleinement de toutes les facultés de l'esprit et des délicatesses du sentiment.

Le Savoir comprend trois facteurs principaux : l'Instruction ou la connaissance du vrai, c'est-à-dire des lois de la nature qui règlent nos actions; l'Education ou la Science de la vie en société et du respect de soi-même ; l'Esthétisme ou la juste appréciation du beau. L'auteur fournit une esquisse des connaissances, soit hypothétiques, soit acquises sur la vie, où chacun pourra puiser des indications pratiques, sauf à les compléter.

Louis Batcave.

La Bêtise humaine (*Sociétés inorganisées*) **et la Science de la vie** (*Sociétés organisées*), par Maurice de Gasté. In-8° de VI-591 pages. Porché, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

M. de Gasté dresse un réquisitoire ardent contre les sociétés inorganisées et suit les manifestations de la bêtise dans les administrations publiques, l'éducation, la justice, les questions économique, sexuelle et féminine, avec abondance de justifications. Flaubert en avait tenté un essai dans *Bouvard et Pécochet*.

A la Bêtise humaine s'oppose la Science de la vie des Sociétés organisées examinée dans son code moral, ses principes fondamentaux : équilibre social, autorité, police, impôt, gouvernement et autorité ; ses organes sociaux : aristocratie, gouvernement et parlement, administration ; la production des finances, la justice et le droit, la question sexuelle et le mariage, l'éducation.

C'est le subjectivisme opposé à l'objectivisme. Peut-être s'étonnera-t-on que le premier soit surtout un mal français, latin, le second un bien allemand, saxon. Des critiques sévères ont été formulées, pendant la guerre et outre-Rhin, contre les pratiques de l'administration et il n'apparaît pas qu'au cours de la guerre l'esprit d'iniative du Français ait eu moins de succès que l'obéissance passive de l'Allemand attendant d'être commandé. Opposées de la sorte les thèses ont toujours chance de pouvoir être soutenues, non certes qu'il n'y ait pas à réformer chez nous, mais les jeunes générations qui ont appris, dans les tranchées, la valeur de l'initiative féconde, sauront s'y employer.

Louis Batcave.

Les industries chimiques régionales de la France, par M. P. Baud. 1 vol. in-8° de XIII-244 pages. Librairie O. Doin, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Le lecteur pourrait être étonné de constater que le tiers de cet ouvrage, malgré son titre, est consacré à l'étude des causes du développement de l'industrie chimique allemande. En fait on constate que l'auteur a surtout cherché à montrer par l'exemple les causes

qui produisent l'essor de l'industrie chimique en général : richesses du sol et du sous-sol. Ces causes naturelles ont fait, jusqu'à un certain point, qu'avant la guerre, notre pays pauvre en charbon était éclipsé par l'Allemagne dans presque tous les domaines de la Chimie appliquée.

Cette idée de l'influence des causes naturelles permet à l'auteur de nous entraîner à sa suite dans un tour de France bien intéressant. Chaque grande région de notre pays est caractérisée par des richesses minières ou agricoles qui ont donné naissance à de nombreuses industries locales. M. P. Baud nous les décrit brièvement, montre les sources de matières premières, les procédés, les perfectionnements, examine les débouchés, fournit les statistiques de production, de consommation. Il nous fait voir que nos régions économiques doivent presque toutes à la chimie une grande part de leur vieille prospérité. Arrivé au terme du voyage, le lecteur est convaincu qu'on avait tort de considérer comme à peu près inexistante l'industrie chimique en France. Peut-être cette impression est-elle due au fait que M. P. Baud a quelque peu étendu le champ d'action que la masse du public assigne d'ordinaire au chimiste ?

Il l'a fait avec raison : « la chimie est au fond de tout et rien ne lui échappe ». Cela lui permet de ne pas laisser de côté les nombreuses industries agricoles : raffineries, distilleries, brasseries, etc., si nombreuses dans notre pays. Mais les industries métallurgiques sont délibérément négligées, malgré leurs répercussions certaines et quelquefois fondamentales sur les industries chimiques.

Examinant ensuite les nombreuses ressources que nous devons retirer de nos colonies l'auteur nous fait penser qu'avec une adaptation convenable à la situation actuelle notre pays doit tenir une place très honorable.

Ce livre, plein de renseignements précis, doit être lu par tous ceux qui n'ont pas eu la bonne fortune d'assister aux leçons faites par M. Baud à la Sorbonne en 1920-21, et dont il est un très attachant résumé. Il peut très utilement servir la cause française à l'étranger. Il montre trop bien l'importance de la chimie appliquée pour que nous n'en recommandions pas la lecture à tous les élèves des Ecoles ou des Instituts de Chimie. R. Gd.

Manuel de sucrerie, par J. Rouberty. In-16 de 296 pages avec 41 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Ce Manuel de sucrerie de betteraves et de sucrerie de cannes donne l'ensemble des renseignements techniques sur la culture, la fabrication et le contrôle chimique. C'est le contrôle chimique qui a reçu le plus grand développement dans ce petit manuel ainsi que les analyses diverses. Par l'abondance des renseignements d'ordre général pour l'analyse chimique, cet ouvrage peut être utilisé par des chimistes n'ayant encore qu'une pratique assez faible du laboratoire, cas fréquent chez les chimistes de sucrerie. L. R.

Esquisse agronomique et agrologique de la région de Sétif. par Pouget, Amalric et Leonardon. Publication du Laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté d'Alger. In-4° de 76 pages, 3 cartes géologiques, 2 planches. Alger 1922. — Prix : 10 francs.

Les auteurs ont parcouru cette région située dans les hauts plateaux au climat rude (chute de neige, 1 mètre en moyenne de décembre à mars) d'une altitude moyenne voisine de 1.000 m. Les températures variant de — 15 à + 43°, avec environ 350 à 500 mm. de pluie annuellement. Les cultures sont principalement : blés et arbres fruitiers (pruniers, abricotiers, noyers). La vigne vient mal.

La carte géologique ayant servi de guide, un grand nombre d'échantillons de terre ont été prélevés et analysés, de grands tableaux de résultats analytiques forment le fond de cet excellent travail de documentation agronomique sur la région de Sétif. Il découle de cet examen détaillé des sols que la plupart des terres arables de cette région sont d'une grande richesse, et que l'application des méthodes de culture des terrains secs permet des cultures variées. L. R.

Annuaire Lambert. — Statistiques des engrais et produits chimiques destinés à l'Agriculture. 2e volume 1910-1920, in 8° jésus de 350 pages. Bureau d'études économiques, industrielles et agricoles, 12, rue de Miromesnil. Paris, 1922. Prix : 35 francs.

Les statistiques de production, importation, stocks, consommation des divers produits sont établies pour le monde entier, pour les principaux ports d'importation et pour chaque nation. Il est de toute évidence que tous ceux qui s'intéressent, par leurs affaires ou par leurs études personnelles, aux questions touchant les produits destinés à l'agriculture, consulteront ces statistiques qui font voir notamment qu'en 1920 la consommation de la plupart des engrais chimiques, en grande progression, avait déjà presque atteint les valeurs d'avant-guerre. L. R.

Vade-Mecum de l'Inventeur, *777 inventions à réaliser*, par Edwin-W. Ligginson, version française par J. Rousset. 1 vol. 14×23 cm., de 259 pages. 1922. Desforges, éditeur, Paris.

Il existe, aux Etats-Unis, pays classique de l'invention industrielle et des fortunes monstres réalisées par d'heureux inventeurs, toute une littérature consacrée à suggérer de nouvelles créations. C'est du plus récent de ces ouvrages que M. Rousset nous offre une version libre, plutôt qu'une véritable traduction. Les indications bibliographiques, notamment, destinées à guider le lecteur qui désire approfondir telle ou telle question, ont été modifiées et réfèrent à des publications françaises. Ainsi conçu, l'ouvrage rendra plus de services au public français que ne l'aurait fait une traduction littérale.

D'aucuns penseront peut-être qu'un livre de ce genre, s'il est curieux à lire, ne saurait avoir qu'un caractère un peu chimérique. L'auteur ne prétend point, sans doute, par le simple énoncé d'un problème, en rendre la solution aisément réalisable ; mais il a pensé (et nous partageons son avis) qu'il est fort utile d'attirer l'attention des chercheurs sur certains points. Le fait même que les Américains, gens essentiellement pratiques, attachent une grande importance à ces suggestions témoigne suffisamment de leur utilité. Que de fois entendons-nous dire : « Rien n'est plus simple, il suffisait d'y penser ! » Sans doute, mais personne, avant l'inventeur, n'avait songé à y penser. On ne pense pas assez que les choses les plus simples d'autour de nous peuvent toutes être perfectionnées de manière à en rendre le prix moins élevé ou l'emploi plus commode et rapporter au titulaire du brevet de très appréciables bénéfices. Aussi l'auteur ne s'est-il point limité aux inventions industrielles ; il a, au contraire, multiplié les suggestions relatives aux choses domestiques et ménagères, dont le perfectionnement apporte souvent plus de profits que les plus savantes découvertes :

l'inventeur du bouton à pression pour gants a gagné des millions, cependant que Daguerre et Pasteur recevaient de la munificence gouvernementale des annuités de quelques milliers de francs ! E. C.

Les grands marchés des matières premières, par Fernand MAURETTE. In-16 de 198 pages, avec 18 cartes et 3 graphiques. 1922. Armand Colin, éditeur, Paris. — Prix, broché : 5 francs.

Cette étude nous montre de quelle façon les matières premières se concentrent, entre les lieux de production et les lieux de transformation. La situation et la puissance des marchés varient avec les marchandises ; aussi l'auteur a-t-il pris soin de choisir comme exemples quelques matières premières de nature toute différente : la houille, le blé, la laine, le coton, la soie, le caoutchouc, le fer et le pétrole. Leur étude fournit tous les types de marchés que l'on trouve actuellement dans le monde, depuis les plus simples, comme ceux de la houille, qui, à cause même du poids de la matière à déplacer, se localisent très exactement près des mines, jusqu'à ceux qui doivent une organisation plus complexe soit à la valeur de la matière qu'ils traitent (c'est le cas de la soie), soit aux transformations que doit subir la matière première avant d'être marchande, comme c'est le cas pour le pétrole.

Ce petit livre donne une idée très nette de la complexité des questions économiques. Il montre bien que, pour expliquer l'existence et la puissance de tel ou tel marché, il convient d'ajouter aux conditions géographiques permanentes des facteurs historiques, des circonstances de temps, des institutions humaines, des organisations techniques et financières, qui font comprendre la nécessité qu'il y a à les étudier avec la plus grande prudence, en se gardant des généralisations hâtives et des conclusions précipitées.

Une courte bibliographie termine chaque chapitre. En outre, une bibliographie générale, placée à la fin du volume, indique les publications concernant l'ensemble des sujets traités. E. C.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Pascal. — Synthèse et Catalyses industrielles, 2e fascicule. In-4° de 226 pages. G. Janny, éditeur, Lille.

J. Long et *H. Evans.* — The oestrous cycle in the Rat and its associated phenomena. In-4° de 150 pages avec planches. University of California press, Berkeley, California.

P. Waguet. — Géologie agricole pratique. Méthode pour l'étude géologique et agronomique d'un domaine ou d'une région. In-8° de 26 pages. Institut agricole de Beauvais, éditeur. — Prix : 3 francs.

Dr H. Chauvet. — La Normandie ancestrale. Ethnologie, Vie, Coutumes, Meubles, Ustensiles, Costumes, Patois. In-8° de 172 pages avec 57 figures. Boivin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 12 francs.

A. Kling. — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris et documents sur les matières relatives à l'alimentation. T. V. *Eaux et Air.* In-8° de 181 pages avec figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

A. Mary. — Notes de géographie physique sur les rochers de Fontainebleau. In-16 de 31 pages. Bourges, éditeur, Fontainebleau — Prix 1 fr. 50.

Eliphas Lévy. — Histoire de la Magie. Ses Procédés et ses Rites, ses Mystères. Nouvelle édition. In-8° de 552 pages, avec 16 planches. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Edward E. Bugbee. — A Textbook of five assaying. In-8° de 254 pages avec 51 figures. J. Willey and sons New-York, et Chapman and Hall, London, éditeurs. — Prix : 15 sh.

R. E. Buchanan. — Agricultural and industrial bacteriology. In-8° de 468 pages. Appleton and C°, éditeurs, New-York et London. — Prix : 15 sh.

G. H. Parker. — Smell, taste, and allied sensees in the vertebrates. In-8° de 192 pages avec 37 illustrations. Lippincott C°, Philadelphia ant London. — Prix : 10 sh. 6.

E. Wright et *Colebrook.* — Technique of the deat and Capillary glass tube being a handbook for the medical research laboratory and the research ward. In-8° de 384 pages. Constable and C° éditeur, London. — Prix : 42 sh.

W. H. R. Rivers. — Instinct and the unconscious. A contribution to a biological theory of the psychoneuroses. In-8° de 273 pages. Cambridge university press. — Prix : 15 sh.

W. T. Hall. — Analatycal chemistry based on the german text of F. P. Treadwell. T. I. Qualitative analysis. 5e english édition. In-8° de 597 pages. J. Wiley and sons. New-York, et Chapman et Hall, London, éditeurs. — Prix : 23 sh.

G. Scott Robertson. — Basic slags and rock phosphates. In-8° de 112 pages avec 8 planches. Cambridge university press. — Prix : 14 sh.

J. E. Purvis et *T. K. Hodgson.* — The chemical examination of water, sewage, fods and other substances. In-8° de 348 pages. Cambridge university press. — Prix : 20 sh.

Marcel Mitzakis. — The oil encyclopedia. In-8° de 345 pages. Chapman et Hall, éditeur, London. — Prix : 21 sh.

A. Steward. — Recent advances in physical and inorganic chemistry. In-8° de 286 pages. 4e édition. Longmans, Green and C°, éditeurs, London. — Prix : 13 sh.

L. Haas et T. G. Hill. — An introduction to the chemistry of plant products., t. I. In-8° de 414 pages. Longmans, Green and C°, éditeurs, London. — Prix : 16 sh.

A. Bruttini. — Ramassage et utilisation des déchets et résidus pour l'alimentation de l'homme et des animaux, pour les engrais et les industries agricoles. In-8° de 336 pages avec figures. Institut international d'agriculture, éditeur, Rome. — Prix : 20 fr.

E. Chancrix et *R. Dumont.* — Larousse agricole. 2 vol. in-4° (ensemble) 1.684 pages avec 5.216 figures, 102 tableaux et 40 planches en couleurs. Larousse, éditeur, Paris. — Prix : 190 francs.

T. V. Barker. — Graphical and Tabular methods in crystallography, as the foundation of a new system of practice. In-8° de 152 pages. Th. Murby, éditeur, London. — Prix : 14 sh.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 19 — 60e ANNÉE — 14 OCTOBRE 1922

LA DÉSINTÉGRATION ARTIFICIELLE DES ÉLÉMENTS [1]

Depuis le développement de la théorie atomique, fondée sur les expériences de Dalton, les progrès de la chimie ont eu pour base la notion de permanence et d'indivisibilité des atomes des éléments. La chimie expérimentale depuis près d'un siècle a clairement démontré qu'il était impossible de briser les atomes des éléments par une application des méthodes ordinaires de la chimie ou de la physique. Cette idée a été un peu modifiée par l'extension rapide prise, depuis une vingtaine d'années, par nos connaissances sur la constitution interne des atomes. On admet assez généralement aujourd'hui que les atomes des divers éléments ont tous le même type de structure. Au centre de l'atome se trouve un noyau chargé positivement, de dimensions extrêmement petites, mais dont la masse est presque égale à celle de l'atome. Le noyau est entouré par une distribution d'électrons maintenus en équilibre par les forces du noyau. Les électrons occupent, plutôt qu'ils ne remplissent, un volume dont le diamètre est de l'ordre de 2×10^{-8}cm. La charge nucléaire des atomes suit une règle très simple qui a été énoncée par Moseley. La charge nucléaire totale élémentaire d'un atome est égale à son nombre atomique et varie depuis 1 charge électrique dans le cas de l'hydrogène jusqu'à 92 charges élémentaires dans le cas de l'uranium. Ces nombres atomiques représentent en même temps le nombre d'électrons « planétaires » qui entourent le noyau. Dans cette représentation de l'atome, les propriétés physiques et chimiques ordinaires, la masse exceptée, dépendent entièrement de la charge nucléaire, car celle-ci détermine le nombre et l'arrangement des électrons extérieurs, dont dépendent ces propriétés. La masse de l'atome est une propriété du noyau et n'exerce qu'un effet secondaire sur la distribution des électrons et par suite sur les propriétés ordinaires de l'atome. Ce point de vue rend compte de l'existence des isotopes, qui sont des atomes de même charge nucléaire, mais de masses nucléaires différentes. Par l'action de la lumière ou de la décharge électrique, nous pouvons facilement arracher un ou plusieurs électrons extérieurs de l'atome ; même, par l'action des rayons X et des rayons β rapides, nous pouvons arracher un électron plus voisin du noyau. Par ce moyen nous pouvons produire une transformation de l'atome ; mais ce n'est qu'une transformation temporaire, car un nouvel électron est vite capturé et l'atome revient à son état primitif. Il semble évident qu'en général et même dans le cas où plusieurs électrons auraient été enlevés par des moyens convenables, la stabilité du noyau ne serait pas altérée, l'atome reprenant rapidement sa structure initiale.

Pour effectuer dans l'atome un changement *permanent*, il semble donc nécessaire de briser le noyau lui-même. Quand une unité de charge de la structure nucléaire est enlevée, la charge

(1) Conférence faite le 20 avril 1922, devant la Société française de Physique.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

du noyau a subi une altération permanente et il n'est pas certain que ce processus soit réversible dans les conditions ordinaires des expériences.

La découverte de l'instabilité des éléments radioactifs a été le premier échec subi par l'idée de la permanence de tout atome. Les propriétés radioactives sont cependant limitées presque uniquement aux deux éléments les plus lourds, l'uranium et le thorium, et la longue série de leurs descendants ; elles se manifestent aussi, mais avec une activité beaucoup moindre, dans le cas des deux éléments potassium et rubidium. Ces exceptions mises à part, les atomes semblent avoir une structure extrêmement stable ; selon toute probabilité, ils restent inaltérés dans les conditions ordinaires réalisées sur la terre pendant des milliards d'années.

La radioactivité est une propriété du noyau : elle se manifeste d'une manière générale par l'émission d'une particule α rapide ou noyau d'hélium, et de temps à autre d'un électron nucléaire rapide. Le nombre et la vitesse d'émission de ces particules semblent n'être nullement influencés par les moyens chimiques et physiques les plus puissants et semblent constituer une propriété intimement liée à l'instabilité de ces noyaux complexes.

Ces résultats démontrent bien que les noyaux des atomes lourds contiennent des noyaux d'hélium chargés positivement, ainsi que des électrons négatifs. Ils conduisent à cette conception générale que le noyau complexe de tout atome est constitué de noyaux d'hydrogène et de noyaux d'hélium et d'électrons. On suppose généralement que le noyau d'hélium lui-même est une unité secondaire composée de quatre noyaux d'hydrogène et de deux électrons. Si cela est vrai, nous pouvons imaginer les noyaux de tous les atomes composés de noyaux d'hydrogène ou « protons », avec addition d'électrons négatifs.

La radioactivité nous a fourni non seulement la clef du problème de la structure des éléments, mais aussi, grâce aux particules α et β rapides, un puissant moyen d'investigation pour scruter la constitution interne de l'atome. En bombardant les atomes de la matière des particules α, nous pouvons, d'après les déviations que l'une d'elles subit dans son parcours, trouver la loi suivant laquelle les forces varient près du noyau ; nous pouvons même nous faire une idée de ses dimensions. Les résultats obtenus dans cette voie suggèrent que le diamètre du noyau des atomes lourds est de l'ordre de 4×10^{-12} cm., soit 1/5000 du diamètre de l'atome. La loi de répulsion entre charges électriques, proportionnellement à l'inverse carré de la distance, apparaît comme applicable dans un rayon considérable autour du noyau. Sans aucun doute la grandeur des noyaux des atomes légers est encore plus faible, et dans le cas de l'hélium elle semble être de l'ordre de 5×10^{-13} cm. Il est donc clair que les noyaux des atomes, bien que de structure très complexe, sont de dimensions extrêmement petites.

Il est probable que les forces qui maintiennent les diverses parties du noyau sont extrêmement puissantes et que, par conséquent, une quantité d'énergie très grande sera nécessaire pour briser leur structure. L'énergie des particules α rapides du radium et du thorium qui, des sources d'énergie connues, est de beaucoup la plus concentrée, semble offrir le moyen le plus efficace pour attaquer l'assemblage solide du noyau. Les particules α sont lancées par le radium avec une vitesse d'environ 16.000 kilomètres par seconde; elles possèdent donc une vitesse 20.000 fois plus grande que celle d'une balle de fusil et, à égalité de masse, une énergie cinétique 400 millions de fois plus grande.

Il n'est pas douteux qu'une particule α projetée directement sur un noyau lourd puisse pénétrer dans sa structure, mais son énergie peut être trop petite pour le briser. Nous pouvons espérer mieux d'une attaque sur les atomes plus légers, car les forces de répulsion des noyaux sont alors beaucoup plus petites et la particule α peut pénétrer dans la structure nucléaire en conservant une grande partie de son énergie.

Cependant, avant d'étudier les expériences se rapportant à cette question, il est bon de dire quelques mots des collisions de la particule α avec le noyau d'hydrogène. En effet, la rupture de l'atome ne peut être envisagée dans ce cas. Quand les particules α traversent de l'hydrogène gazeux, il se produit de temps à autre une forte collision entre une particule α et un noyau d'hydrogène, et il en résulte l'apparition de noyaux H très rapides. Ces particules H ont un parcours quatre fois plus grand que celui des particules α incidentes, ce dont on peut facilement se rendre compte par les scintillations qu'elles produisent sur l'écran au sulfure de zinc. On trouve que le nombre de ces atomes H rapides est beaucoup plus grand qu'on aurait pu le prévoir en admettant que les particules α et les noyaux d'hydrogène agissent comme des charges ponctuelles pour les très petites distances qu'impliquent ces collisions violentes. De plus, la variation de ce nombre en fonction de la vi-

tesse de la particule α ainsi que le nombre d'atomes projetés dans différentes directions par rapport à la trajectoire de la particule α incidente diffèrent considérablement de ce qu'on aurait pu s'attendre à trouver en considérant les charges comme ponctuelles.

Il paraît donc évident que la particule α a non seulement une structure particulière, mais aussi que la loi de force à de très courtes distances n'est pas celle de l'inverse du carré de la distance. D'après les recherches soigneuses récemment exécutées par Chadwick et Bieler, on peut conclure que les résultats des collisions peuvent être expliqués en supposant que la particule α à laquelle on attribue la complexité de forme comporte comme un sphéroïde d'axes égaux respectivement à 8×10^{-13} et 5×10^{-13} cm. En dehors de cette surface, la loi de l'inverse du carré de la distance s'applique, mais les forces augmentent si rapidement quand le noyau H entre dans la surface sphéroïdale, qu'il est rapidement rejeté. Ce modèle du noyau d'hélium est sans doute artificiel, mais cela donne une idée des dimensions probables de la région où des forces puissantes et nouvelles agissent.

Par conséquent, nous pouvons dire par anticipation que, dans le cas d'une forte collision entre une particule α rapide et le noyau d'un atome plus complexe que celui de l'hydrogène, les lois ordinaires des forces ne s'appliquent plus quand les distances qui les séparent deviennent très petites. On doit se rappeler que des forces gigantesques agissent dans ces collisions nucléaires; seules des structures très stables peuvent y résister.

La première expérience relative au sujet principal de cette conférence date déjà de plusieurs années. Quand un rayon α provenant d'une source radioactive traverse des gaz secs tels que l'oxygène ou l'acide carbonique, on observe un petit nombre de faibles scintillations au delà du parcours des particules α. On a cru que ces scintillations « naturelles » étaient dues à des atomes d'hydrogène provenant de la source, cette dernière ayant été contaminée par un peu d'hydrogène durant son exposition à l'émanation du radium. Cependant, si l'on remplace l'oxygène ou le gaz carbonique par de l'air sec, le nombre des scintillations devient trois ou quatre fois plus grand. Nous avons trouvé que cet accroissement provient de la présence de l'azote; il est, en effet, encore plus accentué avec de l'azote chimique. Par des moyens appropriés, on a trouvé que les particules qui produisaient les scintillations étaient déviées par un champ magnétique et que leur déviation était justement celle qu'on aurait pu calculer pour des atomes d'hydrogène chargés. Il semblait donc déjà probable que ces atomes d'hydrogène, dont l'existence se manifestait dans l'azote sec, mais non dans l'oxygène ni dans l'oxyde de carbone, devaient avor leur origine dans la désintégration du noyau d'azote par suite d'une collision avec une particule α rapide.

Avec le montage original, les scintillations étaient peu nombreuses et très peu intenses, ce qui diminuait la précision de leur dénombrement. Le progrès réalisé depuis lors provient surtout des améliorations apportées au microscope servant à la numération, améliorations faites en vue d'augmenter l'intensité des scintillations et la superficie observable sur l'écran de sulfure de zinc. En utilisant des objectifs à grande ouverture et des oculaires spéciaux de faible grossissement, le dénombrement des scintillations est devenu beaucoup plus facile et plus exact.

Nous allons examiner maintenant les méthodes que nous avons adoptées pour étudier, avec plus de détails, les effets observés dans l'azote, et pour voir si d'autres éléments agissaient de même. L'appareil nécessaire est très simple et consiste seulement en un tube de laiton de 3 cm de diamètre pourvu de robinets pour permettre la circulation des gaz desséchés. A une extrémité du tube se trouve un trou recouvert d'une plaque d'argent mince. L'écran de sulfure de zinc est fixé à une distance de 1,3 mm. de l'ouverture, laissant ainsi un espace vide dans lequel on peut insérer des écrans absorbants de mica. La source radioactive est placée sur l'extrémité d'une tige de manière que sa distance à l'écran puisse varier à volonté. Pour diminuer la luminosité due aux rayons β de la source, l'appareil entier est situé dans un champ magnétique intense. Il est intéressant de donner une idée de l'ordre de grandeur des phénomènes dans différentes conditions. Supposons que la source radioactive consiste en un disque de laiton couvert sur une face d'une couche invisible de radium C correspondant par son activité de rayonnement γ à 40 mg de radium, que cette source soit placée à 3,5 cm de l'écran et qu'un courant d'hydrogène sec soit introduit dans l'appareil. Supposons que le pouvoir absorbant des matières intercalées entre la source et l'écran de sulfure de zinc corresponde à 20 cm d'air, c'est-à-dire qu'il suffise pour arrêter une particule α, qu'elle ait eu à traverser 20 cm dans l'air. Le passage des particules α qui ont, dans ce cas, un parcours de 7 cm à travers l'hydrogène, libère un grand nombre d'atomes d'hydrogène très ra-

pides qui produisent des scintillations sur l'écran. En se servant du microscope du dernier modèle avec un champ de 40 mm² leur nombre est si grand — en fait plusieurs milliers par minute — qu'il serait impossible de les compter sans réduire l'activité de la source. Si l'on ajoute des écrans de mica de plus en plus absorbants, leur nombre diminue rapidement, et pour une absorption correspondant à 30 cm. par exemple, on n'observe plus aucune scintillation H. On observe un effet tout à fait semblable si on substitue l'oxygène à l'hydrogène, et si on place une couche mince de paraffine ou autre substance contenant de l'hydrogène devant la source. Le nombre de scintillations H qu'on observe pour une absorption donnée dépend uniquement de la quantité d'hydrogène et est absolument indépendant de son état chimique. Nous pouvions nous attendre à ce résultat, car les forces nécessaires pour mettre en mouvement rapide les noyaux H sont énormes, quand on les compare aux faibles forces dont il s'agit dans une combinaison chimique. Nous arrivons ainsi à cette conclusion que, pour les particules ayant un parcours de 7 cm., aucun atome H provenant de l'hydrogène à l'état libre ou en combinaison chimique ne peut être décelé par scintillation pour une absorption supérieure à 30 cm d'air.

A l'oxygène qui ne donne pas de scintillations, on substitue maintenant de l'air sec. Immédiatement, nous voyons, pour une absorption de 30 cm., plus de 100 scintillations par minute, tandis qu'avec l'hydrogène nous n'en observions plus une seule. En ajoutant des écrans de mica, nous constatons que les scintillations s'arrêtent pour une absorption de 40 cm. Il est évident que ces particules provenant de l'azote ont un plus grand parcours que les atomes d'hydrogène libres bombardés par les rayons α.

Ainsi on ne peut donc pas attribuer l'effet observé au delà de 30 cm à une impureté d'hydrogène dans l'azote.

L'air est maintenant remplacé par de l'oxygène qui est sans action; et sur la source sont placées successivement des feuilles minces de cuivre, de fer, d'argent, d'or, par exemple, correspondant à un pouvoir absorbant de 3 cm d'air. Pas un seul atome H ne peut être observé pour une absorption de 30 cm. Une feuille d'aluminium est ensuite substituée aux précédentes; immédiatement, le nombre de scintillations devient supérieur à 100 par minute. Plusieurs de ces scintillations sont très fortes, elles ne cessent que pour une absorption portée à 90 cm. Il est évident que l'aluminium doit produire un certain nombre de particules de très long parcours.

On voit que si nous examinons le nombre de scintillations au delà du parcours des atomes d'hydrogène ordinaires, il est absolument indépendant de la présence possible d'hydrogène dans les substances étudiées.

Cela présente ce grand avantage qu'il est inutile que nous nous inquiétions de la pureté des substances employées en ce qui concerne l'hydrogène. De cette manière, le Dr Chadwick et moi avons examiné un grand nombre d'éléments pour voir s'ils produiraient des particules ayant un parcours supérieur à 32 cm. Quand l'élément lui-même n'était pas utilisable, nous nous servions d'un composé de l'élément avec un élément « inactif » tel que l'oxygène. Une mince feuille d'or était saupoudrée avec la substance pulvérisée, de manière à employer une pellicule adhérente telle que l'absorption moyenne de l'ensemble correspondait à 3 ou 4 cm d'air. Le tout était alors exposé à la source des rayons. Exception faite pour l'hélium, le néon et l'argon, tous les éléments ayant un poids atomique inférieur à 40 ont été étudiés. Nous avons trouvé qu'aucun élément ayant un poids atomique supérieur à celui du phosphore (31) ne produisait le phénomène en question. Il faut d'ailleurs remarquer qu'un très petit nombre d'éléments de poids supérieur à celui-ci ont été étudiés jusqu'à présent.

Une liste des éléments ainsi examinés, depuis le lithium jusqu'au soufre, est reproduite ci-dessous. La deuxième colonne donne le nombre de scintillations par minute, par milligramme d'activité de la source, soit ici le radium C, pour une absorption de 32 cm d'air. Ces chiffres donnent une comparaison grossière des effets produits par différents éléments dans les conditions

ÉLÉMENTS	SUBSTANCES	Nombre de particules par minute par mg pour le microscope utilisé	Parcours maxima des particules en cm d'air
Lithium	Li^2O	»	»
Glucinum	GlO	»	»
Bore	B	0,15	ca 45
Carbone	CO^2	»	»
Azote	Air	0,7	40
Oxygène	O^2	»	»
Fluor	CaF^2	0,4	sup a 40
Sodium	Na^2O	0,2	ca 42
Magnésium	MgO	»	»
Aluminium	Al, Al^2O^3	1,1	90
Silicium	Si	»	»
Phosphore	P (rouge)	0,7	ca 65
Soufre	S, SO^2	»	»

de l'expérience, c'est-à-dire avec des épaisseurs et des distributions variables de la couche mince de substance en passant d'un élément à l'autre. La quatrième colonne montre le parcours approximatif des particules. En outre, les éléments suivants, de poids atomique plus grand, ont été étudiés : Chlore à l'état de $MgCl^2$; potassium à l'état de KCl; calcium à l'état de CaO; titane à l'état de Ti^2O^3; manganèse à l'état de MnO^2; fer, cuivre, étain, argent et or en feuilles métalliques.

Les particules n'avaient en aucun cas un parcours supérieur à 32 cm d'air.

La question de savoir si ces éléments produisent des particules ayant un parcours inférieur à 32 cm n'a pas été étudié.

On voit que les éléments qui donnent des scintillations pour une absorption de 32 cm sont : le bore, l'azote, le fluor, le sodium, l'aluminium et le phosphore. Les chiffres relatifs au bore et au sodium étaient nettement inférieurs à ceux des autres éléments.

Courbes d'Absorption pour l'Azote et l'Aluminium. — La variation du nombre de scintillations quand l'absorption des rayons le long de leur trajectoire augmente depuis 10 cm est figurée ci-dessous (fig. 71).

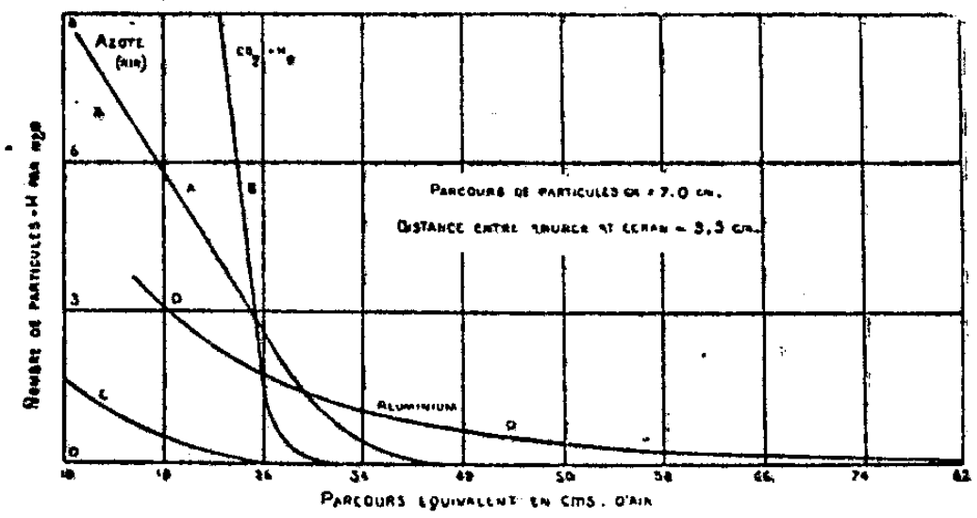


Fig. 71

La source des rayons α dans chaque cas est le radium C. La courbe A met en évidence l'effet de l'azote (air) où le parcours maximum est de 40 cm. La courbe B correspond à un mélange d'hydrogène et de gaz carbonique, environ 1 volume de H^2 pour 1,5 de CO^2, qui a même pouvoir absorbant que l'air pour les rayons α. Le nombre des scintillations dues à l'hydrogène est très grand dans ce cas pour des absorptions inférieures à 20 cm, mais diminue rapidement, et l'on n'en distingue plus au delà de 20 cm. La courbe C montre l'effet normal de la substitution d'oxygène sec à l'air. On voit que celui-ci est très petit, comparativement au cas de l'azote. La courbe D représente l'effet quand on place sur la source une plaque d'aluminium correspondant à un pouvoir absorbant de 3,5 cm et qu'on substitue l'oxygène à l'air. On voit que les particules libérées par l'aluminium sont capables de traverser une plus grande épaisseur que les particules provenant de l'hydrogène et de l'azote.

Il est d'un grand intérêt de voir comment les courbes d'absorption de ces particules à long parcours varient avec la vitesse des particules α utilisées pour le bombardement. Cette étude a été faite dans le cas de deux éléments typiques, l'azote et l'aluminium. On a trouvé qu'en première approximation, le parcours maximum des particules libérées par un élément était proportionnel au parcours des particules bombardantes. En tout cas, le nombre des scintillations diminue rapidement quand la vitesse des particules α diminue. Cet effet de la vitesse est particulièrement marqué dans le cas de l'aluminium et on n'observe presque plus rien si le parcours des particules α est réduit à 4,9 cm d'air. En se reportant à ce fait que la diminution de vitesse, qui correspond à une diminution du parcours d'une particule α de 7 cm à 4,9 cm, est seulement de 11 pour 100, on voit avec quelle rapidité le nombre des scintillations diminue avec la vitesse. Il semble probable qu'aucune désintégration ne s'effectue dans le cas de l'aluminium lorsque la vitesse des particules α tombe en dessous d'une certaine valeur critique. Cela n'est pas d'ailleurs facile à démontrer d'une façon absolue, mais s'il en est bien ainsi, il faudrait en conclure que les particules α doivent avoir une certaine énergie critique minimum pour pouvoir arracher un atome d'hydrogène du noyau.

Un résultat très remarquable a été observé dans le cas de l'aluminium. On pouvait croire que les particules libérées seraient projetées pour la plupart dans la direction des particules α bombardantes. En fait, on trouve, qu'il y en a autant de projetées en arrière qu'en avant. Aucun phénomène de ce genre n'a été observé dans le cas de l'azote. Les autres éléments n'ont pas encore été étudiés à ce point de vue, mais nous pourrions nous attendre à ce que le phosphore, qui donne des particules à long parcours, montre un phénomène semblable. Nous donnerons un peu plus loin une explication possible de ce fait singulier.

Nature des Particules expulsées. — Il peut être facilement démontré que les particules à long parcours arrachées aux éléments sont déviées par un champ magnétique intense. Par

l'adoption de méthodes spéciales, on peut comparer la grandeur de la déviation de ces particules à celle des atomes d'hydrogène rapides produits quand des particules α traversent de l'hydrogène ordinaire. On a trouvé que les particules provenant de l'azote étaient déviées de la même manière que les particules H venant de l'hydrogène, et se conduisaient à tout point de vue comme des atomes H rapides ayant une charge positive. Il semblait probable *a priori* que les particules correspondantes provenant du fluor, du phosphore et de l'aluminium seraient aussi des atomes d'hydrogène détachés du noyau avec des vitesses qui dépendraient de la nature de l'élément et de la vitesse de la particule incidente. C'est ce qui a été confirmé dans les expériences récentes du Dr Chadwick et de moi-même, par une méthode semblable à celle qui a été utilisée dans le cas de l'azote. La déviation des particules dans un champ magnétique était déterminée pour une absorption supérieure à 32 cm d'air, afin que les expériences ne fussent pas compliquées par la présence possible d'impuretés d'hydrogène dans les substances qu'on voulait examiner. Ces expériences étaient difficiles en raison du petit nombre de particules présentes dans les conditions des expériences, et il fut nécessaire, pour les rendre possibles, de construire un microscope spécial possédant un très grand champ. Les résultats des expériences concordent avec cette idée que les particules provenant du fluor, du phosphore et de l'aluminium, étaient des atomes d'hydrogène rapides, et nous pouvons conclure que dans chaque cas un atome d'hydrogène est arraché du noyau de ces éléments. La vitesse maximum avec laquelle l'atome d'hydrogène est projeté à partir des divers éléments peut être évaluée, en supposant que la loi reliant la vitesse et le parcours des particules α est valable pour l'atome d'hydrogène. D'après cette loi, la vitesse est proportionnelle à la racine cubique du parcours.

Il a été calculé et confirmé par l'expérience que la vitesse maximum communiquée à un atome d'hydrogène libéré par collision directe avec une particule α de vitesse V est 1,6 V, tandis que son parcours dans l'air est d'environ 28 cm. Par conséquent, la vitesse maximum de l'atome d'hydrogène provenant de l'azote, de parcours 40 cm, est de 1,8 V et pour l'aluminium, de parcours de 90 cm, de 2,37 V. La particule α communique à un atome d'hydrogène libre, dans la direction de la collision, une fraction de son énergie égale à cette dernière multipliée par 0,64, et il est possible de calculer que tous les atomes d'hydrogène ayant un parcours supérieur à environ 56 cm sont projetés avec une énergie supérieure à celle de la particule α incidente. Dans le cas de l'aluminium, l'énergie maxima de l'atome d'hydrogène est égale à celle de la particule α incidente multipliée par 1,4. Cela est extrêmement intéressant, et prouve que dans certains cas il y a un gain d'énergie qui résulte de la désintégration du noyau d'aluminium. Nous sommes obligés de conclure, en tous cas, que, dans les collisions après lesquelles l'atome d'hydrogène a un parcours inférieur à 56 cm d'air, une partie de son énergie provient du noyau désintégré. Ceci est analogue, à un certain point de vue, au gain d'énergie bien connu qui se manifeste dans la sortie de la particule α d'un noyau radioactif.

Nous devons nous rappeler que la désintégration effectuée par les particules α ne se produit que sur une très petite échelle. Quand une particule provenant du radium C traverse l'aluminium, il est probable qu'elle traverse la structure électronique d'à peu près 100.000 atomes, mais deux particules seulement sur un million approchent suffisamment près du noyau intérieur pour effectuer la libération d'un atome d'hydrogène. Nous savons que l'accumulation des particules α d'un gramme de radium produit 163 mm³ d'hélium par an. Si nous supposons que toutes les particules α d'un gramme de radium soient projetées sur l'aluminium, la quantité d'hydrogène libéré par la désintégration des noyaux d'aluminium ne pourrait pas être supérieure à 1/1000 de mm³ par an.

Ainsi la quantité d'hydrogène libérée dans les conditions expérimentales envisagées échappe complètement aux moyens d'investigation chimiques ordinaires. L'étude de la désintégration n'a été possible qu'en se servant d'une méthode aussi sensible que celle où chaque atome H libéré produit une scintillation visible sur l'écran de sulfure de zinc.

Mécanisme de la Désintégration. — L'étude de la radioactivité nous a conduit à penser que la particule α, ou noyau d'hélium de masse égale à 4, est une des unités de la structure atomique. Les expériences citées dans cette conférence nous fournissent la première preuve de ce fait que le noyau d'hydrogène est aussi l'une des unités dans la structure de certains éléments légers. Il est intéressant de remarquer que les atomes d'hydrogène ne sont libérés qu'à partir des éléments dont les masses atomiques sont données par les

formules $4n+2$ ou $4n+3$, n étant un nombre entier. Les éléments comme le carbone et l'oxygène, dont la masse atomique est donnée par $4n$, ne donnent pas lieu au phénomène. Ceci est mis en évidence dans le tableau suivant :

ÉLÉMENTS	MASSES	$4n+a$
Bore	11	$2\times4+3$
Azote	14	$3\times4+2$
Fluor	19	$4\times4+3$
Sodium	23	$5\times4+3$
Aluminium	27	$6\times4+3$
Phosphore	31	$7\times4+3$

Ce résultat peut être prévu si les noyaux de ces atomes consistent en noyaux d'hélium de masse 4 et en noyaux d'hydrogène de masse 1. Pour expliquer la libération des atomes d'hydrogène à partir de ces éléments, il est naturel de supposer que les atomes d'hydrogène sont des satellites du noyau principal. Si le satellite n'est pas trop près du noyau principal, la particule α, par collision directe, est capable de communiquer au satellite une quantité d'énergie suffisante pour lui permettre de s'échapper du système. On doit s'attendre à ce que les satellites hydrogène soient plus près du noyau dans le cas de l'aluminium et dans le cas de l'azote et, par conséquent, à ce qu'il faille plus d'énergie dans le cas de l'aluminium pour effectuer leur libération. Il est intéressant de remarquer que la probabilité de libérer un atome H rapide à partir de l'azote n'est plus du 1/20 de la probabilité de donner le mouvement correspondant à un atome d'hydrogène libre. L'arrachement du satellite n'est donc possible qu'entre certaines limites de vitesse et de position du satellite par rapport au noyau central.

Nous avons déjà mentionné le fait que les atomes d'hydrogène de l'aluminium peuvent être lancés dans toutes les directions. Néanmoins la vitesse des particules α dans la direction arrière est nettement inférieure à celle qui est relative à la direction avant. Un tel résultat suggère au premier abord que la particule α joue le rôle d'un détonateur par rapport au noyau d'aluminium et que l'énergie des fragments libérés provient pour la plus grande part du noyau. Je crois néanmoins que l'explication qui suit est plus probable et qu'elle est en meilleur accord avec les expériences. Si nous supposons que le satellite hydrogène décrit une orbite autour du noyau central, la direction dans laquelle il sera projeté dépendra de la position relative de la particule α et du noyau au moment de la collision intime avec la satellite. Dans les collisions représentées en A (fig. 72), par exemple, l'atome-hydrogène s'échappera dans la direction de la particule α incidente; dans la collision du type B, l'atome H décrira une orbite autour du noyau et s'échappera dans la direction opposée. La vitesse communiquée au noyau résiduel dans la direction incidente est beaucoup plus grande dans ce dernier cas que dans le premier. Un tel point de vue suppose que les forces entre satellites chargés positivement et noyau sont, à courte distance du noyau, des forces d'attraction au lieu d'être des forces de répulsion. Ce changement de signe des forces semble très probable à courte distance du noyau, car s'il en était autrement, il serait difficile de comprendre comment l'assemblage d'un noyau complexe chargé positivement pourrait être stable.

Une autre conséquence de quelque intérêt résulte directement de la possibilité de libérer des atomes hydrogène à partir d'éléments légers. On suppose généralement qu'il est très difficile d'obtenir une preuve directe de ce que le noyau d'hélium est formé de quatre noyaux d'hydrogène

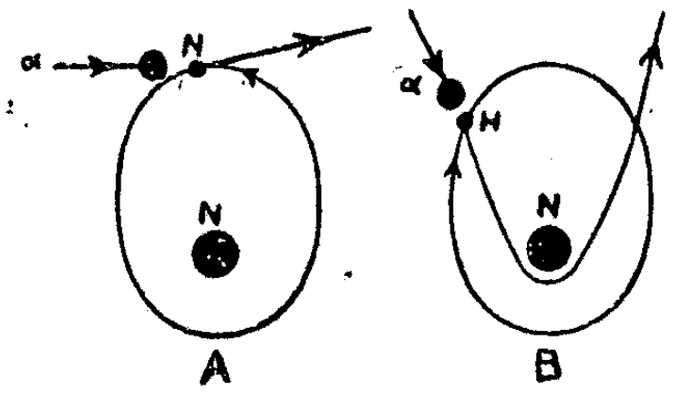


Fig. 72.

et de deux électrons. Dans cet assemblage, il y a une perte de masse, et ceci est attribué à la combinaison très intime des éléments de la structure. Suivant la conception moderne des relations entre la masse et l'énergie, l'énergie libérée pendant la formation d'un noyau d'hélium est plus de trois fois supérieure à l'énergie de la particule α la plus rapide provenant du radium. Nous ne devons pas nous attendre par conséquent à pouvoir briser le noyau d'hélium avec une particule α ordinaire, et cela concorde avec les expériences faites jusqu'à présent. En effet, il semble que le noyau d'hélium soit le plus stable de tous les noyaux.

Etant donné que dans le cas de l'azote, par exemple, il nous est possible de libérer un atome hydrogène par une particule α lente, il semble évident que le satellite hydrogène n'est pas fixé aussi fortement au noyau de l'azote qu'au noyau de l'hélium. Le changement de masse

dû à l'émission d'énergie lors de la réunion d'un satellite hydrogène devrait être par conséquent très inférieur à ce qu'il est dans le cas de l'hélium. La masse du satellite ne devrait pas être très différente de celle du noyau hydrogène de masse 1,0077 par rapport à O = 16.

En supposant que le noyau d'azote consiste en trois noyaux d'hélium de masse totale 12 et de deux noyaux d'hydrogène, la masse de l'atome de l'azote ne devrait pas être exactement 14,00 mais plutôt voisine de 14,01. Dans le cas des éléments légers, il semble probable que la masse effective des protons qui constituent les noyaux variera pour différents atomes de 1,007 à 1,000 selon l'intimité de la combinaison. Par conséquent, nous devrions nous attendre à ce que la règle des nombres entiers trouvée par Aston et qui semble s'appliquer pour les masses atomiques avec une précision de 1/1000 devienne inexacte si les mesures peuvent être faites avec plus de précision. La question qui se pose maintenant est de savoir si des particules autres que celles de l'hydrogène peuvent être libérées par le bombardement des rayons α. J'ai déjà trouvé, il y a quelque temps, en utilisant le radium C comme source radioactive, qu'on pouvait observer un petit nombre de scintillations brillantes, correspondant à un parcours maximum dans l'air de 9 cm. Il était naturel de supposer que cela était dû à une nouvelle espèce de rayons α provenant de la source radioactive. Néanmoins, l'effet que produisent les écrans d'aluminium en diminuant les parcours de ces particules, m'a amené à croire que celles-ci étaient produites au sein même des gaz employés, c'est-à-dire l'azote et l'oxygène. En comparant la déviation de ces particules dans un champ magnétique avec celle des particules H provenant de l'hydrogène, j'ai été amené à conclure que leur masse atomique devait être égale à trois environ et qu'elles portaient deux charges positives. Mais des expériences plus récentes m'ont montré l'impossibilité de se fier à la méthode qui consiste à immobiliser la source de la radiation, cela en raison de l'irrégularité notable de l'épaisseur des feuilles minces métalliques. M'étant servi d'une méthode plus directe et plus simple, j'ai acquis la conviction que, dans le cas de l'oxygène, tout au moins, ces particules ont leur origine dans la source radioactive et non pas dans le sein même du gaz. Dans ces nouvelles conditions, la méthode comparative d'estimation de la masse des particules n'est plus très sûre. Quoiqu'un grand nombre d'expériences soient nécessaires pour fixer définitivement la nature des radiations, tout porte à croire que celles-ci sont des particules de masse 4 qui sont projetées de la source et représentent une nouvelle forme de transformation du radium C.

Par les méthodes indiquées, tout au plus pouvons-nous espérer déceler les particules qui ont parcouru une distance supérieure à celle des particules α primaires. Si une désintégration d'éléments se produit dans laquelle une particule α, massive, est libérée, il est très probable que cette dernière aura un parcours inférieur à celui de la particule α. Pour étudier un tel cas, nous pouvons utiliser la très belle méthode de Mr. C.-T.-R. Wilson montrant le parcours des particules ionisantes. Quelques expériences de ce genre, suivant une méthode un peu différente, ont été faites par M. Shimizu, au Laboratoire Cavendish. Un certain nombre de photographies montrent des fourches très nettement marquées vers la fin du parcours de la particule α. Cependant, jusqu'au jour où ces photographies auront été mesurées avec précision, il est difficile d'être certain que ces fourches peuvent être expliquées par des collisions de la particule α avec le noyau d'azote ou d'oxygène. Il semble clair que le noyau peut parcourir des distances considérables au travers du gaz avant d'être absorbé. Si on prenait un grand nombre de photographies, il devrait être possible de décider si oui ou non se produisent des collisions dans lesquelles les atomes se brisent, et de déterminer la probabilité de cette éventualité. Cette méthode directe d'aborder le problème, bien que laborieuse, donnerait certainement des renseignements très précieux.

Il ne semble pas improbable que les particules α puissent parfois arracher un atome d'hélium d'un noyau complexe, tel que celui du charbon, de l'oxygène qui, nous le supposons, sont formés respectivement de trois ou quatre noyaux d'hélium. Ce fait que la masse de ces atomes est presque rigoureusement un multiple de celle de l'atome d'hélium suggère que les noyaux d'hélium sont liés les uns aux autres par des forces moindres que celles qui unissent les constituants hydrogène du noyau d'hélium lui-même. Si la structure du noyau complexe, d'oxygène par exemple, est telle que la particule α puisse communiquer une fraction considérable de sa quantité de mouvement et d'énergie à un élément de la structure, nous devons nous attendre à ce qu'une telle désintégration se produise. Il est possible, aussi, que des particules chargées de

masses à peu près égales à 2 ou 3 puissent exister comme constituants secondaires des noyaux complexes de certains éléments, mais, jusqu'à présent, leur isolement n'a pu être réalisé.

J'ai restreint mes remarques, jusqu'ici, aux effets désintégrants des rayons α rapides. Il est important de rechercher si des rayons β rapides ou des rayons γ énergiques du radium peuvent produire un effet quelconque. Nous avons trouvé que ni les rayons β ni les rayons γ ne semblent pouvoir fournir une énergie suffisante à un atome hydrogène, dans l'hydrogène ordinaire, pour qu'un effet puisse être perçu par la méthode des scintillations. A plus forte raison devons-nous nous attendre moins encore à ce que ces rayons puissent libérer un atome hydrogène rapide d'un noyau complexe. Il est possible, néanmoins, que ces agents, en particulier les rayons γ de très courte longueur d'onde, puissent libérer un électron et, de cette manière, amener une modification du nombre atomique. Toutefois, si l'atome restant est instable et se brise avec émission d'une particule rapide du genre rayons α, il est difficile d'être certain d'une telle transformation. On doit remarquer que Slater a démontré que les rayons α peuvent exciter des rayons très pénétrants par leur passage à travers la matière. Il y a de grandes probabilités pour que les radiations de haute fréquence ne puissent venir que des noyaux des atomes. Si tel est le cas, il est peut-être possible que les rayons α, dans certains cas, produisent la libération d'une particule β du noyau et les transformations résultantes, mais cela ne doit se produire que sur une très petite échelle.

Plusieurs tentatives ont été faites antérieurement pour voir si les atomes ordinaires peuvent être désintégrés par des agents particuliers. Sir William Ramsay, toujours orienté d'instinct dans la meilleure voie d'investigation, a fait, autrefois, un certain nombre d'expériences relatives à l'effet des rayons α de l'uranium sur la matière; il avait été amené à penser qu'il avait obtenu la production du néon et la libération de lithium à partir du cuivre. Ces conclusions n'ont pas été confirmées par d'autres expérimentateurs, et d'après les expériences décrites dans cette conférence, il semble très douteux que la transformation, en admettant qu'elle ait eu lieu, ait été assez importante pour que les méthodes chimiques usuelles qui pouvaient être employées fussent susceptibles de la caractériser.

Maintes fois la formation d'hélium dans un tube de décharge a été signalée, et il a été suggéré que l'hélium pouvait être un produit de la transformation des électrodes lors des décharges électriques intenses. Les expériences les plus remarquables dans cet ordre d'idées ont été faites par M. Collie, mais des recherches plus précises faites par Strutt n'ont pas confirmé ses conclusions. Il est extrêmement difficile de prouver que la formation d'hélium n'est pas due à son occlusion dans les électrodes et à sa libération sous l'action de la chaleur intense de la décharge. Des observations analogues ont été faites sur la libération continue d'hydrogène par les électrodes. Winchester, qui a minutieusement examiné ce phénomène avec des électrodes d'aluminium mince, a trouvé que la libération d'hydrogène durait jusqu'à destruction complète des électrodes. Il est très difficile de croire que l'hydrogène est un produit de transformation de l'aluminium, quand on songe à la grande quantité d'énergie que doit posséder une particule α pour l'effectuer. Comme dans le cas de l'hélium, il semble plus probable que l'hydrogène était initialement occlus dans les électrodes.

Bien qu'il soit dangereux d'être dogmatique sur ces points, tout porte à croire que les atomes sont de structure si stable et que les noyaux sont assemblés par des forces si puissantes que seules les sources d'énergie aussi concentrées que les particules α sont susceptibles de réussir dans l'attaque de leur structure si bien protégée. Même quand une désintégration se produit, cela n'a lieu que sur une échelle minime, et seules quelques particules α sur un million sont efficaces. Mais si nous avions des atomes chargés contenant dix fois l'énergie de la particule α du radium, nous pourrions probablement pénétrer la structure nucléaire de tous les atomes et même parfois les désintégrer.

Sir Ernest RUTHERFORD, F. R. S.
Membre de la Société Royale de Londres,
Professeur à l'Université de Cambridge.

LA SCIENCE RUSSE EN PÉRIL

Les journaux annoncent une nouvelle et très forte recrudescence de la terreur rouge en Russie. Cette fois-ci elle frappe surtout les intellectuels dont environ deux cents viennent d'être arrêtés à Moscou, seulement. Parmi ces nou-

velles victimes de la folie de persécution bolcheviste, on trouve les noms des professeurs S. Platonoff et A. Kizevetter, historiens bien connus, S. Berdyaeff, I. Lapchine, A. Lossky, philosophes remarquables, etc.

Cet impitoyable coup que les oligarques soviétiques portent à la science russe est d'autant plus terrible que cette dernière a déjà subi de grandes pertes. Le régime communiste lui a coûté très cher. Notamment, depuis le commencement du règne bolcheviste jusqu'au milieu de l'année courante, c'est-à-dire pendant 4 ans et demi, la science russe a perdu 120 (cent vingt) représentants éminents.

Sur ces 120 savants et professeurs morts, 22 ont trouvé une mort violente de la main des terroristes rouges.

Ce sont :

Le professeur A. Kolli, physicien remarquable, fusillé à Rostov-sur-Don, en même temps que ses deux collègues, Z. Goutnikov, professeur de médecine, et A. Gendre, professeur de physiologie.

L'Université de Kiev a perdu un éminent géologue, P. Armachevsky, un chimiste, A. Speransky et un des meilleurs philologues slavistes du monde entier, T. Florinsky. Tous les trois furent fusillés par la Tche-Ka (Commission Extraordinaire pour combattre la contre-révolution). A Kiev, également, fut fusillé V. Naoumenko, historien ukrainien et pédagogue très connu.

Parmi les professeurs de l'Université de Kharkov, furent fusillés un professeur de théologie, N. Steletzky, un philologue classique, M. Denissov, et un historien très connu, A. Viaziguine.

A Odessa, fut fusillé le professeur en médecine S. Levachov, Recteur de l'Université.

A Moscou et à Pétrograd, le martyrologe de la science russe compte de nombreuses victimes :

G. Kojevnikov, professeur de zoologie à l'Université de Moscou; V. Vartanov, professeur de physiologie à l'Institut de Médecine, à Pétrograd; G. Maximov, professeur à l'Institut Technologique de la même ville ; N. Lazarevsky, professeur de droit à l'Université de Pétrograd; N. Kokochkine, son collègue, juriste éminent.

A l'Institut Historico-Philologique de Niéjine (en Ukraine), la terreur rouge a ravi le professeur P. Zabolotzky.

L'existence de ceux qui n'ont pas été fauchés par la Tche-Ka n'est pas à envier. Les souffrances matérielles, le manque des objets les plus nécessaires à la vie humaine : vêtements, nourriture, logements insuffisamment éclairés et chauffés, font des savants russes de misérables jouets pour la famine, les maladies et la mort.

Le typhus exanthématique qui, depuis 1918, décime la population de la Russie, a emporté dans la tombe le professeur S. Vekhov, philologue et Recteur de l'Université de Rostav-sur-Don; R. Guelvig, Recteur de l'Université de Tauride; V. Anissimov, professeur à l'Institut Supérieur du Commerce de Moscou; J. Grinevitzky, directeur de l'Ecole Supérieure Technique de la même ville; le prince E. Troubetzkoï, professeur à l'Université de Moscou.

La faim et l'inanition générale qu'elle occasionne causèrent la mort de plusieurs savants remarquables, parmi lesquels je peux nommer :

A. Famintzyne, de l'Académie de Petrograd; A. Chakhmatov, de l'Académie de Petrograd, gloire de la philologie russe; A. Lappo-Danilevsky, de l'Académie de Petrograd, historien bien connu ; L. Hirchmann, célèbre oculiste, professeur à la Faculté de Médecine de Kharkov; S. Venguerov, historien de la littérature, rédacteur en chef de l'*Encyclopédie de la Littérature russe;* N. Gezekhus, professeur à l'Institut Polytechnique de Petrograd; R. Brandt, philologue connu, professeur à l'Université de Moscou; S. Batuchkov, professeur petrogradois, spécialiste en histoire des littératures occidentales; M. Diakonov, de l'Académie de Petrograd.

Le professeur O. Kossorotov, de l'Académie Médical de Pétrograd, savant éminent, mourut de faim sur le trottoir, au moment où il stationnait devant une cantine soviétique, — il y venait tous les jours chercher sa pauvre soupe de mendiant...

Aux conditions matérielles insupportables, ajoutez une atmosphère sociale, politique et morale irrespirable pour un libre serviteur de la pensée et de la science. Quelle est cette atmosphère? On peut s'en rendre compte par ces deux citations :

Dans la revue officielle, *La Presse et la Révolution,* dont je possède le numéro, M. Lounatcharsky, commissaire populaire de l'Instruction publique, déclare sans ambages :

« Nous avons besoin d'une censure qui supprimerait même les plus grandes œuvres, s'il s'y cache un esprit contre-révolutionnaire. »

Et comme tous ceux qui ne sont pas bolcheviks sont, aux yeux de la censure soviétique, des contre-révolutionnaires, la liberté de penser et d'écrire en est nécessairement très réduite.

Le même ministre des Soviets déclare, dans une interview (dont le texte parut dans un organe bolcheviste que je possède), ce qui suit :

« Les savants qui conspirent contre le pouvoir bolchevik ne peuvent prétendre à une immunité personnelle, quelles que soient leurs œuvres scientifiques. »

Mais on sait qu'aujourd'hui tout et tous « conspirent » en Russie contre le régime bolcheviste, — régime de ruine, d'esclavage et de mort. Tous, par conséquent, risquent d'être tués, pour des motifs politiques ou pour des prétextes policiers.

Peut-on s'étonner, dans ces conditions-là, que plusieurs éminents savants russes aient préféré se donner la mort de leur propre main :

Le professeur de l'Université d'Odessa, O. Blauberg, se tua d'un coup de revolver et laissa, après lui, une lettre dans laquelle il explique qu' « il ne pouvait plus supporter le régime bolchevik. » Le professeur de la Faculté du Droit de Moscou, V. Khvostov, se pendit pour les mêmes motifs. Le grand mathématicien russe, célèbre dans le monde entier, A. Liapounov, se tua d'une balle de revolver, pour les mêmes motifs.

Tous ces faits sont parfaitement exacts et vérifiés par l'auteur de ces lignes. Je veux les porter à la connaissance du monde scientifique de tous les pays. Peut-être la voix de protestation de savants étrangers nous permettra de sauver ceux qui tombent aujourd'hui sous les nouveaux coups insensés de la terreur rouge.

Grégoire ALEXINSKY,
Ancien Député à la Douma,
Professeur à l'Ecole Supérieure
du Mouvement Professionnel à Moscou,
Membre du Groupe Académique Russe à Paris.

REVUE AGRICOLE

L'ANTHONOME ET LE VER ROSE DE LA CAPSULE DU COTON. - LEUR IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

De l'avis de nombreux agronomes éminents, la production en coton de certaines de nos colonies peut être considérablement augmentée au point de libérer, d'ici quelques années, la Métropole de la tutelle sous laquelle les Etats-Unis tiennent le monde entier pour la fourniture de cette fibre de première nécessité. L'Afrique Occidentale notamment possède d'immenses étendues de terrain qui peuvent être mises en exploitation cotonnière, surtout dans la boucle du Niger. Les pouvoirs publics, ainsi que les colons, s'intéressent tout spécialement à cette question, et des champs pour la production de graines à distribuer sont déjà en culture. On fait évidemment appel à l'étranger pour obtenir les meilleures variétés; des mesures très sévères sont prises pour ne pas introduire les ennemis les plus importants du Cotonnier qui pourraient ruiner, dès le début, cette culture qui s'annonce si bien. Deux insectes en particulier sont déjà tristement célèbres pour avoir menacé la vitalité de la production cotonnière, l'un aux Etats-Unis, l'autre en Egypte. Il faut donc bien les connaître afin de prendre toutes les mesures préventives ou, à défaut, curatives, destinées à empêcher aussi longtemps que possible, l'introduction ou la dissémination dans nos possessions de ces dangereux hôtes (1).

I. L'ANTHONOME DU COTONNIER (*Anthonomus grandis* Boheman). — Ce Curculionide, connu actuellement du Mexique, de l'Amérique centrale, des Antilles et des Etats-Unis, est monophage : il ne paraît se développer normalement que sur diverses espèces de *Gossypium* et de préférence sur tous les Cotons cultivés. Sa larve naît d'un petit œuf (0 m/m 8 de long), de teinte blanchâtre et régulièrement elliptique. Elle est blanche, recourbée sur elle-même, apode, avec une tête et des mandibules d'un brun foncé, fortement ridée sur le dos, lisse au contraire sur la face ventrale. Au terme de sa croissance, elle atteint 5 à 10 m/m, cesse alors de se mouvoir, et s'entoure, à l'intérieur même de la partie de la plante qu'elle habite, d'une sorte de coque dans laquelle elle effectue sa nymphose. La nymphe est tout d'abord de couleur blanc-crême; puis son enveloppe externe durcit et brunit légèrement. Par une dernière mue apparaît le Charançon; bien que sa taille et sa coloration soient assez variables on peut dire que cet insecte mesure en moyenne 8 m/m de long et est généralement d'un brun grisâtre, d'autant plus foncé en général, que l'Anthonome est plus vieux.

Les piqûres, faites par les adultes dans les boutons floraux, par exemple, à l'aide de leur rostre, ont deux buts différents : la nutrition et la multiplication de l'espèce (fig. 73 et 74). Les perforations faites en vue de l'alimentation

(1) Voir sur la même question : *L'Agronomie coloniale*, n° 40, avril 1921 et n° 52 et 53, avril et mai 1922.

sont beaucoup plus larges que celles destinées au dépôt des œufs. Elles sont plus fréquentes dans la portion plus mince de la corolle, non recouverte par le calice. Le rostre est enfoncé profondément pour aller à la recherche des anthères et récolter le pollen dont l'insecte est très friand. Les tissus autour de la perforation se dessèchent et brunissent; de nombreuses piqûres entraînent évidemment la chute du bouton.

La période de ponte pour la plupart des femelles commence en moyenne 6 jours après l'éclosion et peut se continuer jusque peu de temps avant la mort. Dans les conditions les plus favorables, une femelle pond 18 à 20 œufs par jour,

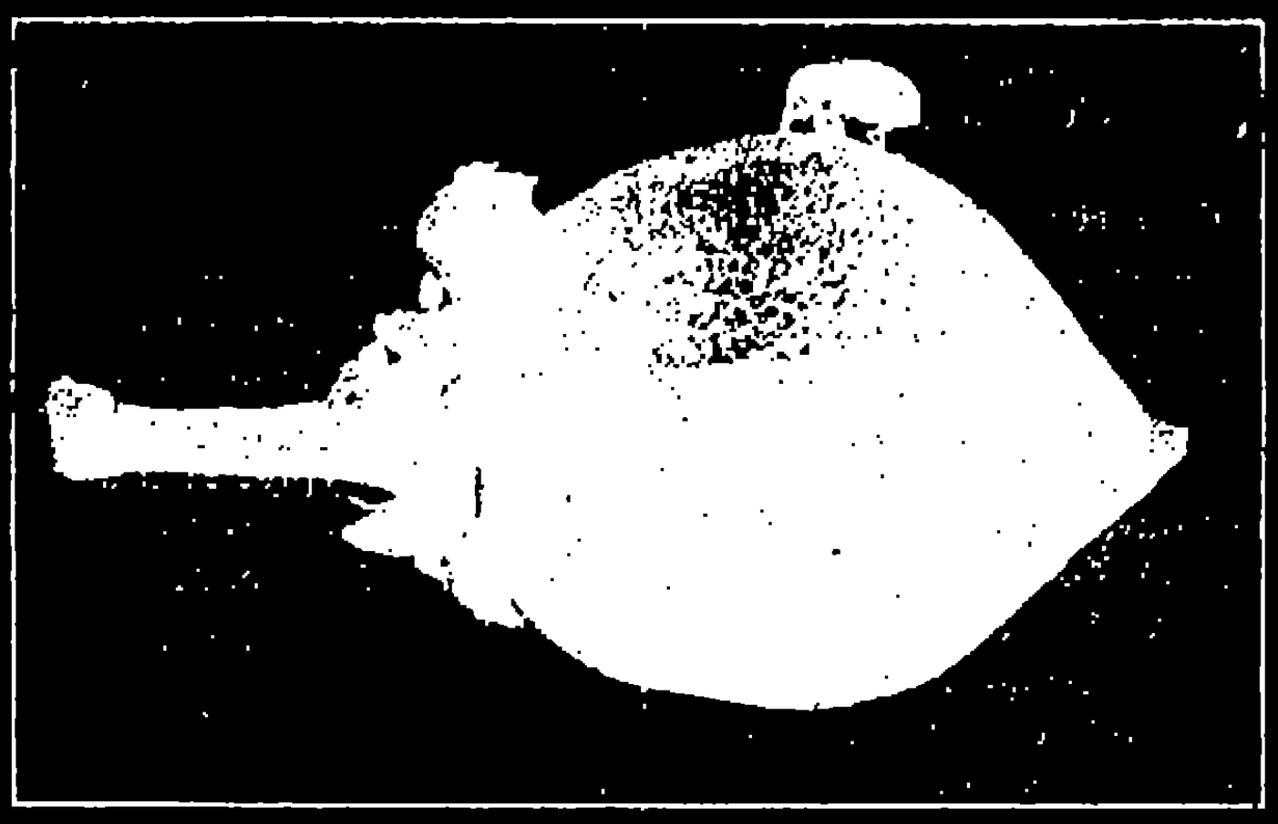


FIG. 73.
Anthonome en train de piquer, avec son rostre, une capsule de Cotonnier pour y introduire ensuite son œuf

FIG. 74.
Capsule de Cotonnier ouverte pour montrer les trois larves d'Anthonome qu'elle contient

mais normalement elle en dépose 200 environ sur un intervalle de trente-six jours. Si on divise la période de ponte en trois parties de durée égale, le maximum d'œufs est déposé au cours du deuxième tiers.

L'éclosion des œufs se produit de deux à six

jours après la ponte, suivant la température extérieure. La larve se nourrit, dès son apparition, du pollen immature, puis à mesure qu'elle se développe s'attaque au pistil et aux autres tissus; elle agrandit ainsi sa loge et effectue deux mues, la deuxième, six jours en moyenne après sa naissance, correspondant à sa transformation en pupe ou stade de repos qui dure environ quatre jours et demi. Si la larve, à son éclosion, se trouve dans une capsule, elle se nourrit des graines et des fibres non encore à maturité.

On admet, en général, que la durée moyenne d'une génération (autre que l'hivernante) est de trente-quatre jours, soit seize jours pour le développement depuis l'œuf jusqu'à l'insecte parfait et dix-huit jours représentant le temps nécessaire pour que la femelle dépose la moitié de ses œufs.

Le nombre de générations annuelles est très variable; il dépend essentiellement de la date d'émergence des adultes qui ont hiverné et des conditions de température et d'alimentation. Quoi qu'il en soit, l'Anthonome, aux Etats-Unis, n'a pas moins de deux générations ni plus de sept, cinq étant le chiffre habituel dans les régions où il est le plus répandu.

A toute époque de l'année, on peut trouver des Charançons de tous les stades et de tous les âges, bien que normalement ce soient les adultes qui hivernent et que ce ne soit que le petit nombre de ceux-ci (7,6 % en moyenne) ayant pu résister aux froids qui propagent l'espèce d'une année à l'autre.

La durée de vie des adultes est très variable avec la température et les conditions de nutrition. Pour la génération hivernante, la longévité maximum a pu atteindre trois cent trente-trois jours, dont deux cent soixante-dix sans nourriture. Pour les autres générations, la durée de vie est, suivant l'époque et l'alimentation, de douze à soixante-cinq jours, la longévité moyenne des adultes sur bouton floral étant de quarante-deux jours.

Les Charançons hivernants se réfugient en général dans les herbes, sous les feuilles tombées à terre, ou à la base des feuilles et le long des tiges des Cotonniers, et ils attendent ainsi la belle saison, leur sortie pouvant s'échelonner de la fin de l'hiver au début d'août.

Enfin, d'après les observations des entomologistes américains, l'alimentation des femelles sur les boutons floraux est indispensable pour la conservation de l'espèce. Il a été établi que si le pouvoir nutritif du feuillage est environ 20 % *plus* élevé que celui des capsules et 150 % *moins* important que celui des boutons floraux, les femelles, nourries seulement avec des feuilles, atteignent leur maturité sexuelle le double de jours après celles alimentées avec les boutons, et il n'y a pas toujours accouplement. De plus, aussi longtemps que les femelles fécondées restent cantonnées sur les feuilles, les œufs dans les ovaires ne se développent pas et une alimentation de trois ou quatre jours au minimum sur bouton floral est obligatoire pour que la ponte puisse commencer.

Le pouvoir destructif de chaque insecte est considérable, et on a pu évaluer à une centaine le nombre de boutons floraux attaqués en moyenne par chacun d'eux.

D'autre part, au printemps, quand les hivernants sortent, ils trouvent des jeunes plantes qui viennent de sortir de terre; ils s'attaquent alors au point d'insertion des cotylédons et entraînent la mort de la plantule. Ils se nourrissent aussi des tiges tendres qu'ils paraissent apprécier jusqu'au jour où, accidentellement, ils ont attaqué les boutons floraux qu'ils ne cherchent plus à quitter, ce qui, comme nous l'avons vu précédemment, correspond à une nécessité physiologique.

Ajoutons qu'un calcul élémentaire a donné pour la descendance d'un couple d'hivernants, à partir de sa sortie jusqu'à l'hiver suivant, le nombre formidable de 3.089.520.

On comprend facilement que les pertes dues à l'Anthonome soient par cela même considérables. En 1909, elles s'élevaient à 20 % de la récolte pour l'ensemble des cinq Etats, alors infectés, soit à 14,9 % de la récolte globale des Etats-Unis ce qui correspond à 1.267.000 balles de 500 livres (225 kilos environ) ou, au cours de 1909, $ 88.056.500 (456.132.670 francs); PIERCE évalue à 700 millions de dollars la perte due à l'Anthonome, aux Etats-Unis, de 1895 à 1914 (1).

Devant ce fléau de leur culture la plus rémunératrice, les Américains n'ont pas hésité à utiliser tous les moyens de lutte mis à leur disposition par la Science : la mesure fondamentale dans la lutte actuelle est la destruction des plants de Coton à l'automne aussitôt après la récolte; les Anthonomes qui, par suite d'une suppression précoce de nourriture, sont contraints d'entrer de bonne heure en hivernation, meurent très généralement pendant l'hiver. Il

(1) Au cours de l'impression de cet article, nous apprenons que l'Anthonome a empêché, en 1921, la production de plus de six millions de balles de coton et a fait subir aux récoltes américaines une perte de huit milliards de francs.

existe d'ailleurs des machines qui permettent un enfouissement suffisant pour détruire l'insecte; celui-ci, enterré à 4 centimètres de profondeur, dans un sol humide, ne peut, en effet, regagner la surface.

Les parasites ont été extrêmement précieux dans la lutte, car il y a eu adaptation progressive à l'Anthonome du Cotonnier de nombreux ennemis des Curculionides indigènes : tandis qu'au début, on ne connaissait au Texas que trois auxiliaires importants, on en dénombrait cinquante-quatre différents en 1913. Dans les recherches remarquables qui ont été faites afin de définir le rôle des divers facteurs naturels, on dut entreprendre en particulier l'étude de la biologie de nombreux insectes vivants sur les plantes sauvages et cultivées au voisinage du Coton. On a ainsi établi que, du fait des agents naturels (climatiques et biologiques), la mortalité de l'Anthonome s'élève en moyenne à 57 %; elle peut atteindre près de 100 % et doit être voisine de 90 % pour que les dégâts soient enrayés. Des indications ont alors pu être données pour utiliser les facteurs biologiques. En particulier il fut recommandé :

1) de récolter le plus possible de boutons piqués; les enfermer dans des cages en toile métallique qui arrête les Anthonomes et laisse s'envoler les insectes auxiliaires (méthode Decaux).

2) de laisser près des champs de Coton des herbes qui sont les hôtes des Charançons parasités par les mêmes insectes que l'Anthonome ; faucher ces plantes au moment de la maturation de la récolte, de façon à concentrer tous les parasites utiles qui sont éclos à cette époque sur les champs de Cotonnier.

Enfin on utilise aussi les traitements insecticides. Ceux-ci ne peuvent évidemment être efficaces que contre les adultes, soit quand ils cherchent à se nourrir, soit quand ils vont pondre. Ces traitements avaient été expérimentés, il y a quelques années, avec les composés arsenicaux utilisés à cette époque : verdet, arséniate de plomb, etc... Les résultats n'ayant pas paru intéressants, les insecticides avaient été abandonnés. Mais ces derniers temps, des essais méthodiques ont été repris et ont permis de préciser de nouvelles données intéressantes. Les pulvérisations sont condamnées et remplacées par les poudrages, à opérer par une humidité élevée et un air calme (de préférence la nuit ou tout au début ou à la fin de la journée). Le seul produit conseillé est l'arséniate de chaux pour l'emploi duquel il a été construit des appareils spéciaux dont plusieurs travaux américains montrent les avantages.

Diverses façons culturales sont encouragées par les services officiels pour enrayer la multiplication de l'Anthonome. Quant aux mesures de protection qui nous intéressent tout spécialement et qui concernent d'ailleurs tout insecte ou toute maladie constituant un danger pour notre Agriculture, il suffit de les énumérer :

— Interdiction d'importer des régions contaminées des graines ou portions de plants de Coton sans garanties sérieuses (certificat du service phytopathologique du pays exportateur, désinfection dans ce dernier, etc.);

— Nouvelle désinfection par les soins des pays importateurs;

— Extinction complète des foyers au début de l'infection;

— Inspection fréquente des cultures.

II. Le « Ver rose » de la Capsule (*Pectinophora* [*Gelechia*] *gossypiella* Saund.) — Ce petit papillon apparaît, depuis une dizaine d'années, comme le plus grand fléau de la culture du Coton; c'est le fameux « Pink Boll Worm » des Anglais et des Américains. Contrairement à l'Anthonome, il est devenu presque cosmopolite et doit donc attirer plus spécialement notre attention car il n'est encore, à ma connaissance, signalé avec certitude, dans aucune possession française.

Les plantes nourricières de *Gelechia* appartiennent, semble-t-il, à plusieurs genres de Malvacées : *Gossypium, Hibiscus, Althoea*. Cette chenille peut se nourrir, sur le Coton, aux dépens des tiges, des fleurs, et surtout des capsules et des graines. Elle naît d'œufs pondus sur ces organes où ils sont le plus souvent isolés.

Les œufs ovales, convexes, mesurent environ 0 m/m 5 de long sur 0 m/m 25 de diamètre; d'abord d'un vert pâle, ils deviennent ensuite rougeâtres. Le stade œuf dure de trois à douze jours, suivant la région. La chenille, à son éclosion, mesure à peine un millimètre de longueur; elle est de couleur jaune pâle avec une tête brune; peu de temps après avoir commencé à se nourrir, elle blanchit et finalement, lorsque la croissance est presque achevée, elle prend une couleur rose ou rougeâtre, à laquelle elle doit son nom de « Ver rose » ou « Pink Boll Worm ».

La chenille évolue presque entièrement dans la partie de la plante attaquée et le temps, nécessaire pour son développement, serait de neuf à dix-neuf jours, d'après Willcocks et de vingt

à trente, d'après Busck. De plus, tandis qu'en été la plupart des chenilles, arrivées au terme de leur évolution, se chrysalident, il est très important, au point de vue pratique, d'insister sur l'existence d'individus qui entrent, avant la chrysalidation, dans une période de repos (*resting larvae*), période qui peut durer deux ans et demi. Les chenilles, présentant ce caractère, ont acquis, en général, leur complet développement en automne ou en hiver. Ce sont les agents de la propagation du fléau d'une année aux suivantes ou d'une région à une autre, d'autant plus que la présence de l'insecte dans une capsule qui a été attaquée en vert n'est décelable

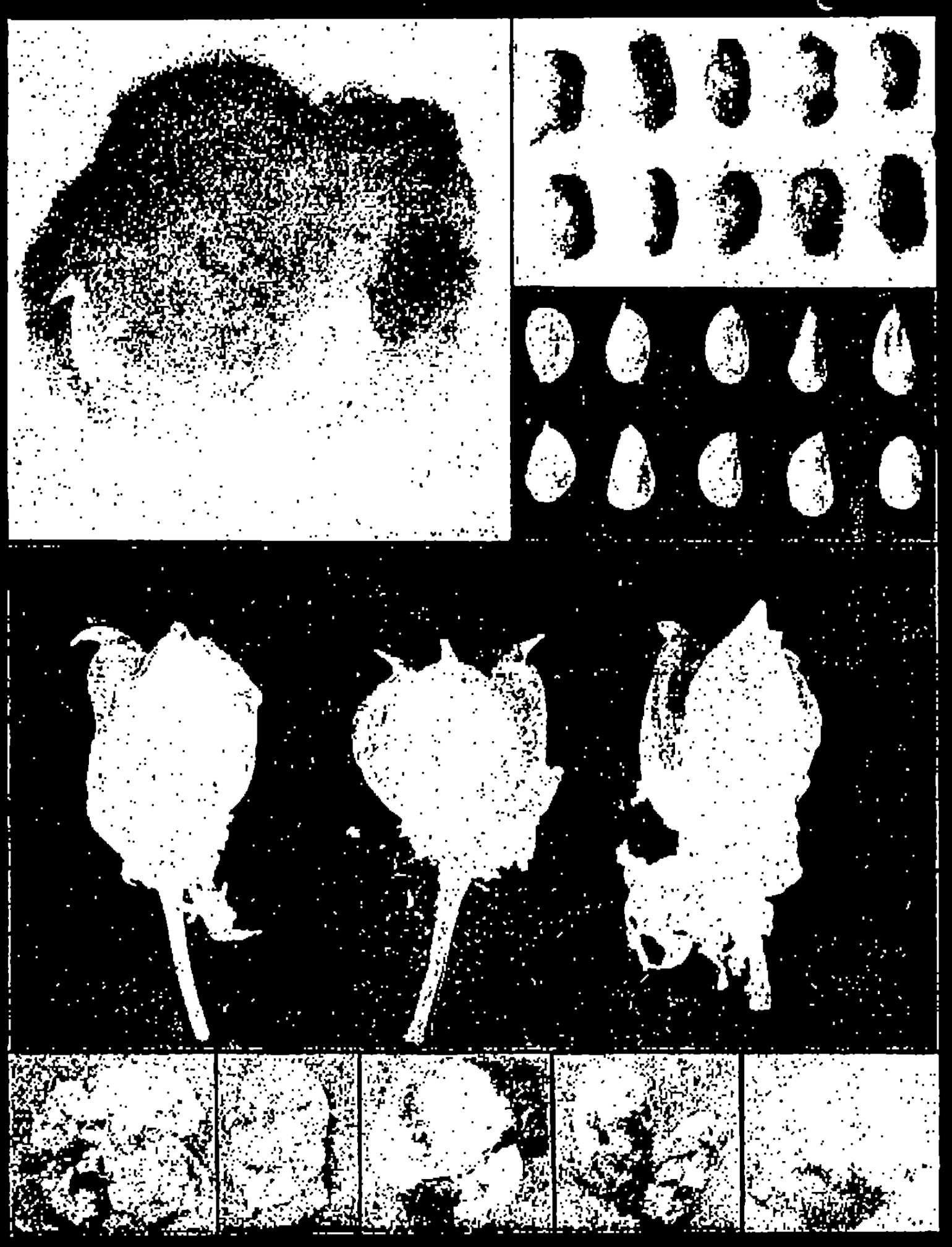


Fig. 75.

En haut. A gauche. Capsule saine de coton (grandeur naturelle).
A droite. Graines saines, nues et vêtues, de coton (grandeur naturelle).
Au milieu. Capsules attaquées par *Gelechia*. Remarquer les orifices d'entrée à contour régulier et l'avortement des fibres (grandeur naturelle).
En bas. Graines « doubles » ou « triples », dues à la présence du « Ver rose » qui les a accolées, étroitement, à l'aide de fils soyeux (graines grossies : deux fois leur grandeur naturelle).

qu'en ouvrant cette dernière. En effet, l'orifice d'entrée est très petit et n'est pas agrandi ultérieurement comme celui fait par *Earias insulana* dont la chenille est bien connue dans nos colonies où le Cotonnier est cultivé. On ne peut donc envisager la destruction du Pink Boll Worm par la récolte des capsules vertes attaquées. Les chenilles se trouvent normalement à l'intérieur de graines évidées dites « doubles graines », parce que l'insecte, le plus souvent, réunit étroitement deux graines à l'aide de fils soyeux, au point que les cardes spéciales ou *gins* ne peuvent les séparer (fig. 75).

La chrysalide de *Gelechia*, enfermée dans un cocon soyeux, se trouve, en général, dans le feutrage d'une capsule ouverte, sur le sol, sous les déchets ou sous les feuilles mortes; d'après Gough, les chenilles quittent en effet invariablement les capsules avant de se transformer. Les papillons apparaissent dix à vingt jours après la chrysalidation et les femelles commencent à pondre trois ou quatre jours après leur apparition. Ces insectes sont crépusculaires ou nocturnes.

Les nombreuses générations, cinq ou six annuellement, du Pink Boll Worm chevauchent les unes sur les autres à partir d'avril jusqu'à la fin de l'automne et causent pendant toute cette période un préjudice considérable aux récoltes. La chenille, en général, perce, aussitôt après son éclosion, une capsule et s'y introduit. A l'intérieur de celle-ci, elle se nourrit d'abord des fibres juteuses non encore mûres (fig. 75), puis elle se fraye assez rapidement un chemin jusqu'aux graines dont le contenu lui sert de nourriture, endommageant deux de ces graines ou davantage (jusqu'à six).

De nombreux auteurs (Willcocks, Gough, Ballou, etc.) ont étudié la nature et le total des dommages causés par le Ver rose, dont l'ensemble peut atteindre 11 à 16 % de la première récolte et 17 à 20 % de la deuxième récolte. Les pertes portent sur divers facteurs de la production et se traduisent par :

1° Réduction dans l'ensemble du poids des graines saines dans les capsules attaquées, ce qui entraîne une diminution dans la germination de ces mêmes graines;

2° Réduction graduelle des graines saines dans une capsule attaquée à mesure que l'infection du champ augmente et d'autant plus importante que la capsule a été attaquée à un stade plus jeune;

3° Variations, dues aux attaques de *Gelechia*, dans la totalité des fibres produites. On a ainsi établi qu'étant donnée une graine, il peut se produire les trois cas suivants : si la graine est attaquée à un stade très jeune, elle est complètement détruite; si l'attaque se fait un peu plus tard, une partie de la graine existe à maturité, mais aucune fibre n'est produite; enfin, si l'attaque est opérée à maturité complète, le poids de la graine diminue et, par suite, il y a une augmentation dans le pourcentage de fibres.

Les ennemis naturels de *P. gossypiella* semblent avoir une action très faible sur la limitation de l'espèce et n'ont actuellement aucun intérêt pratique. Par contre il apparaît essentiel, pour lutter contre ce fléau, de rechercher la précocité dans la production des récoltes cotonnières et dans l'application des moyens de lutte.

Ainsi en Egypte, suivant que la récolte est mi-octobre ou mi-décembre, on peut prévoir pour l'année suivante, dans le premier cas, une faible attaque. et dans le second une multiplication intense de l'insecte. La lutte contre le « Pink Boll Worm » fit introduire des variétés précoces (Sakellaridis) qui permettent même d'envisager une troisième récolte annuelle.

Cette précocité dans le développement des plants, d'après des expériences faites sur une grande échelle, peut être obtenue par des irrigations appropriées qui, selon Dudgen et Cartwight, avancent considérablement la récolte, sans aucune perte et sans diminution dans la qualité des fibres obtenues.

Il est recommandé, après la dernière récolte, d'arracher les plants et de détruire les capsules qui sont restées dans les champs; celles-ci sont, d'ailleurs, de moins en moins nombreuses depuis la construction de machines spéciales pour les récolter sur les rameaux. De plus, les graines, de mai en août (pour l'Egypte), doivent être soigneusement criblées afin d'éliminer celles qui sont parasitées.

Pour enrayer l'extension du fléau dans les régions contaminées, le procédé de destruction qui paraît actuellement dominer tous les autres, même les fumigations insecticides, est celui du traitement des graines par la chaleur (1). D'après les observations de Gough et Storey, une température de 60 à 65° C. pendant cinq minutes donne une mortalité complète et un maximum de

(1) Les indications précédentes sont données d'après de nombreux travaux étrangers. Or, de nos recherches personnelles en vue de la désinfection de lots de graines importées d'Egypte ou des États-Unis, il résulte que la chloropicrine peut être efficacement employée, à la place de la chaleur, sans affecter la faculté germinative.

germination. Schribaux a pu, d'autre part, dans une série d'expériences, préciser la température optimum, pour la germination des graines de coton. Avec certaines réserves, le traitement par la chaleur est indiqué pour désinfecter les exportations. Des étuves spéciales ont été construites, d'après les indications de Storey.

Enfin, les mesures de protection à envisager contre le « Ver rose » sont exactement les mêmes que celles indiquées précédemment pour l'Anthonome.

Leur efficacité ne sera réelle que le jour où nos colonies seront dotées de spécialistes aptes à en surveiller l'application, ainsi qu'il en existe dans tous les domaines coloniaux étrangers (1).

P. Vayssière,
Directeur-adjoint de la Station entomologique de Paris,
Professeur à l'Institut d'Agronomie coloniale.

(1) Les clichés de cet article nous ont été obligeamment prêtés par l'Institut d'agronomie coloniale.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Conception relativiste de la matière. — Voici d'après le très intéressant ouvrage de G. Mie, *La théorie einsteinienne de la gravitation*, quelle conception de la matière se font les relativistes.

1. Jusqu'à ces derniers temps, on se représentait généralement la matière comme un assemblage de particules extrêmement petites, à contours bien définis, séparées les unes des autres par des intervalles « vides », c'est-à-dire, « dépourvues d'existence physique », et qui ne sont jamais le théâtre d'événements physiques discernables ; tout ce qu'on observe se passe entièrement dans les régions de l'espace où se trouvent les particules matérielles ». Mais ces particules matérielles, si nettement distinctes, doivent nécessairement exercer les unes sur les autres des actions physiques : d'où l'hypothèse d'*actions à distance* s'exerçant sans intermédiaire à travers les vides qui séparent les particules isolées.

Ces actions à distance, transmises d'une façon instantanée, conduisent à admettre la simultanéité de deux événements, quel que soit le lieu d'observation, ce qui est en contradiction avec la base même de la théorie de la relativité.

2. Le premier échec important que subit la théorie des actions à distance, préconisée par Newton, fut la victoire remportée, à la suite des travaux de Young et de Fresnel, au début du XIXe siècle, par la théorie des ondes lumineuses sur la théorie de l'émission. Cette théorie ondulatoire affirme que, dans le vide immense de l'Univers où les étoiles sont des amas de matière comparables à de minuscules oasis clairsemées dans un désert, il peut cependant *se passer quelque chose*. Elle conduit à admettre que l'espace n'est pas complètement « vide » ; mais qu'il contient un « milieu hypothétique », d'une constitution atomique tout à fait semblable à celle d'un milieu élastique, qu'on a appelé « éther ».

En réalité, cette conception d'un éther matériel à constitution atomique n'a pas laissé de présenter de nombreuses difficultés qu'ont essayé en vain de résoudre les physiciens et les mathématiciens du XIXe siècle. Elle est rejetée par les relativistes.

Beaucoup de ces difficultés semblent provenir de ce qu'on n'a pas bien compris la notion de vide. Il importe de noter qu'au point de vue scientifique le mot « vide » est synonyme d'« uniforme » ou d'« homogène ». Une portion d'espace parfaitement homogène n'est pas « physiquement perceptible » et c'est pourquoi nous la disons « physiquement vide » si elle ne présente aucun défaut d'homogénéité optique car elle est alors invisible.

Ainsi, les régions de l'espace où il n'y a pas d'atomes se présentent à nous comme homogènes, et non perceptibles par elles-mêmes : c'est pourquoi nous les qualifions de « vides ». Mais le mot « vide » n'est plus ici synonyme d'inexistant, comme le voudrait la théorie des actions à distance : un tel espace vide ne saurait être le siège d'aucun phénomène physique, ce qui est en contradiction avec l'existence des ondes lumineuses, avec la transmission des actions électriques, magnétiques ou gravifiques. Le mot « vide » doit être pris seulement dans le sens de « parfaitement homogène » : en tant que le vide a une existence physique et peut, par suite, être l'objet de recherches, la physique relativiste le nomme encore aujourd'hui *éther*.

« A la place des espaces interparticulaires vides et sans réalité, qui ne participaient en rien aux phénomènes physiques et dont le seul rôle était de se laisser franchir par des actions à distance, on fait intervenir maintenant un milieu extrêmement actif qui n'est « vide » que parce qu'il est impalpable mais qui, dans tous les phénomènes que nous attribuons aux corps palpables, *manifeste son activité de multiples façons, car c'est lui qui transmet, suivant des lois qui lui sont propres, les actions des forces de particule en particule.* »

3. On sait que les particules constituant les atomes (électrons et nucléons) sont électrisées. Leur charge électrique, positive ou négative, constitue entre elles un lien physique : elles sont en effet capables d'exciter électriquement l'éther environnant, tandis qu'inversement un champ de force de cet éther est susceptible d'agir mécaniquement sur elles.

Néanmoins, on est demeuré longtemps persuadé que ces particules avaient une existence tout à fait indépendante et on les regardait comme invariables et rigides. Mais cette idée, empruntée encore aux théories de l'action à distance, est en contradiction avec le principe de relativité. Dire que la particule est rigide signifie en effet qu'une force, agissant en un des points de sa surface, se manifeste au même moment sur le

côté opposé, en un mot qu'elle se transmet instantanément d'un pôle de la particule au pôle opposé, comme le ferait une action à distance d'un de ces pôles sur l'autre.

Voici les traits essentiels de l'image de l'Univers vers laquelle tend la physique relativiste : « Le substratum universel est unique et homogène : c'est l'éther. Les éléments corpusculaires constituant la matière ne sont pas des corps étrangers dans cet éther. Ce sont simplement des emplacements où les grandeurs caractérisant l'état de l'éther ont pris des valeurs exceptionnellement grandes ; ces lieux singuliers forment un contraste aigu avec « l'espace vide » environnant où l'éther ne s'écarte que peu de son état normal uniforme. Les particules matérielles élémentaires sont en quelque sorte des positions nodales de l'éther, mais pourtant leur séparation d'avec le vide qui les entoure n'est pas aussi nette qu'elle peut sembler au premier abord, car ces corpuscules se prolongent à l'extérieur dans le champ électrique qui leur est invariablement lié. »

A. Bc.

Chimie

Dissociation électrolytique de l'eau et considérations générales sur la conductibilité. — L'étude de la conductibilité des eaux ou des solutions salines a amené les auteurs à rechercher les causes de certaines variations dans les résultats de cette détermination. (Bordas et Touplain. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle*, t. III, p. 31.)

Ils abordent, tout d'abord, l'examen de l'eau distillée et font voir l'influence de son ionisation sur sa conductivité, laquelle est fonction des ions H' et OH' et de l'ion bivalent O'' par dissociation de OH'.

Ils démontrent ensuite les variations de la conductivité de l'eau distillée, d'après la dissolution des gaz, en particulier l'acide carbonique et l'oxygène. Ces variations diminuent en présence d'électrolytes et deviennent nulles lorsque les solutions renferment, par litre, 500 mgr. environ d'un électrolyte.

L'acide carbonique peut former un hydrate avec l'eau que l'ébullition ne parvient pas à détruire complètement ; il reste, en effet, un résidu CO^2. Les auteurs indiquent les précautions à prendre pour obtenir, par distillation, une eau absolument pure ; ils recommandent, en outre, la congélation comme moyen d'avoir une eau privée de gaz et de sels dissous.

Lorsque l'on détermine la conductivité d'un électrolyte en solution, il faut tenir compte de celle du solvant. Les auteurs comparent la détermination de la conductivité des solutions à celle d'un point de fusion d'une substance quelconque.

On peut suivre, au moyen de la conductibilité, les variations de composition des eaux ; cette mesure peut indiquer le départ des gaz ou la précipitation des électrolytes peu solubles, suivant la température et la pression atmosphérique.

En résumé, ces quelques remarques montrent qu'il faut prendre certaines précautions lorsque la conductivité est prise pour terme de spécification des solutions salines. Elle est préférable à toutes les autres déterminations physiques. En opérant sur les eaux bouillies, c'est-à-dire lorsque l'on fait une détermination dite permanente, on obtient toujours des résultats précis et intéressants.

S. R.

Géologie

Le volcan des Comores. — Isolé dans l'Océan Indien, l'archipel des Comores est entièrement volcanique ; mais on connaît peu de chose sur sa constitution intime. Les roches sont très altérées et fournissent un sol d'une grande fertilité, qui cache presque partout le sous-sol. En réalité, sauf à la Grande Comore, la forme des appareils n'est même pas distincte.

L'ossature principale de la Grande Comore est constituée par le volcan Karthala (2.560 m.) d'où sont parties dans toutes les directions des laves basaltiques, dont M. Lacroix (*Minéralogie de Madagascar* 1922, t. I, p. 141-148), a pu reconstituer les principales coulées, d'après les renseignements de M. Cartron. Il existe en outre, sur les flancs du grand volcan, un grand nombre de petits cônes parasites, intacts ou démantelés.

Les éruptions de ce volcan ont été fréquentes au siècle dernier ; et bien qu'il s'en soit produit une en 1904, aucun détail précis n'était connu sur le dynamisme de ce volcan. Aussi les données que fournit M. A. Lacroix, d'après le journal et les photographies de M. Ch. Legros, sont-elles particulièrement intéressantes.

L'éruption de 1918 a débuté brusquement sans indices prémonitoires dans la nuit du 11 au 12 août. La bouche éruptive s'est ouverte vers 1980 m. d'altitude, à environ 600 m. au-dessus de celle de 1904, elle a donné naissance à une coulée de laves qui s'est épanchée pendant trois jours. En même temps trois petits cônes de laves ont jalonné la pente et ont fourni quelques scories irisées légères et des larmes de verre.

Cette description ne laisse aucun doute sur le caractère hawaien de la lave.

Il semble que l'éruption de 1872 lui ait été comparable, tandis que l'existence de cônes de scories jalonnant les fentes des éruptions de 1857, 1858, 1859, 1862, 1880, 1904 montrent que ces paroxymes ont été accompagnés d'explosions stromboliennes.

Jusque là, le cratère central était resté muet ; mais dès le début des épanchements, et jusqu'au 2 août quelques secousses sismiques avaient été ressenties sur les flancs du volcan. Puis le 23 et le 25 août des secousses violentes se sont fait sentir, non seulement dans toute l'île de la Grande Comore, mais jusque dans celle de Moheli. Le 25 août, à 7 h. 30, énorme colonne de cendres noires bleuâtres, aux volutes épaisses et rapides, sortaient du cratère central, sa hauteur a été estimée à 8.000 mètres, puis une chute de cendres fines a couvert un large secteur de l'île.

Le 25 août, à 20 heures, toute trace de l'éruption avait cessé.

En somme, pense M. Lacroix, le caractère des explosions au cratère central a été incontestablement de *type vulcanien*. Mais ici le magma neuf n'est pas parvenu jusqu'au sommet et les explosions vulcaniennes doivent être attribuées à l'action d'eau superficielle, volatilisée par le magma incandescent.

C'est un des cas particuliers où M. Lacroix croit possible d'accepter les vues si intéressantes de M. Brun sur l'origine superficielle des eaux volcaniques.

Efin, la localisation des couches, dues à l'éruption dans un secteur déterminé, ne paraît pouvoir s'expliquer, après étude, par la seule action du vent.

M. Lacroix pense qu'elle ne peut être interprétée que par la position de l'orifice qui n'était pas dirigée verticalement.

Il croit d'ailleurs que la réalité de ces projections à trajectoire oblique est très fréquente, surtout dans le cas où les phénomènes explosifs sont de courte durée.

Cette documentation sur le volcan de la Grande

Comore prouve quel intérêt présentent les observations de géologues amateurs, et quel parti des savants comme M. Lacroix peuvent en tirer.

Le rôle des amateurs en géologie n'est pas terminé, quoiqu'on en ait dit parfois. P. L.

Océanographie

La mesure des courants de la mer. — Les principales mesures de courant superficiel au large ont été déduites des différences entre le point observé et le point estimé par les navires. Mais les erreurs qu'on peut faire séparément sur le point observé et sur le point estimé sont assez grandes pour rendre le procédé peu précis. Les erreurs du point estimé proviennent autant d'erreurs faites dans la tenue de la route que des courants. Sur les bateaux à voiles, et même sur les bateaux à vapeur, dès que le vent est un peu fort, la dérive causée par le vent, difficile à apprécier exactement, est souvent plus forte que la dérive causée par les courants. La différence entre le point observé et le point estimé ne peut donc donner une indication sur les courants marins que dans les parages où les courants sont forts, et encore à condition de disposer d'un grand nombre d'observations.

Quand le navire est maintenu immobile à l'ancre, on peut, en laissant filer le loch (ou mieux la *drague à courant* dont nous parlerons plus loin), avoir des indications très précises sur la vitesse et la direction des courants. Ce procédé n'est d'ailleurs pas réservé au voisinage des côtes. Les bâtiments du service hydrographique des Etats-Unis procédèrent de cette façon pour étudier le Gulf-Stream, et devant le cap Hatteras, le *Blake* accomplit le fait remarquable de rester à l'ancre sur un câble d'acier par 3337 mètres de fond avec des courants de 4 nœuds.

La drague à courant comprend une partie immergée, constituée par un cabrion carré de 50 centimètres de longueur et de 10 centimètres d'équarrissage, sur lequel sont assemblées en croix quatre planches de sapin de même longueur, le tout lesté avec un plomb de 5 kilogrammes environ. Une bouée en liège est reliée au cabrion par un orin, dont la longueur varie suivant la profondeur à laquelle on veut mesurer la vitesse du courant. La bouée doit émerger le moins possible afin de ne pas donner prise au vent.

On emploie la drague à courant sur une embarcation mouillée pour mesurer la vitesse et la direction des courants de marée.

La drague à courant peut être remplacée simplement par des bouteilles accouplées, la bouteille inférieure étant remplie de la quantité d'eau nécessaire pour la lester suffisamment.

Un autre procédé consiste à abandonner en un point connu de l'océan des corps flottants : bouteilles ou barils, contenant un billet, invitant le découvreur d'un de ces flotteurs à faire connaître le lieu et la date de sa trouvaille.

Le procédé est évidemment imprécis, il ne renseigne pas du tout sur le trajet réel suivi par le flotteur entre son point de départ et son point d'arrivée, mais il peut, dans certains cas, donner des indications intéressantes. Une épave de *La Jeannette*, broyée dans les glaces du Nord de la Sibérie et retrouvée au Groenland, a donné à Nansen l'idée de sa fameuse exploration polaire, où son navire lui-même, le *Fram*, pris dans les glaces a servi de flotteur et a démontré l'existence du courant de l'Océan Arctique. On a pu vérifier dans la suite l'existence de ce courant, en lançant à la mer, vers le détroit de Béring, des olides flotteurs, dont l'un fut retrouvé, plusieurs années après, sur la côte septentrionale de l'Islande.

C'est un flottage analogue, quoique naturel, qui révéla l'existence du Gulf-Stream ; on trouva, sur les côtes du Nord de l'Europe, des graines et des bois exotiques qui ne pouvaient provenir que d'Amérique.

Les expériences de flottage, poursuivies pendant plus de vingt ans par le prince de Monaco, lui ont permis de déterminer les trajectoires probables des mines sous-marines, jetées à la mer pendant la dernière guerre (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 30 décembre 1918).

Les savants ont été très intéressés récemment par la route probable suivie par une ceinture de sauvetage de la *Lusitania*, trouvée dans la rivière Delaware auprès d'une des jetées du port de Philadelphie. La *Lusitania* fut torpillée par les Allemands sur la côte d'Irlande le 7 mai 1915. D'après les océanographes, la ceinture de sauvetage retrouvée aurait suivie le chemin suivant : elle aurait traversé la mer d'Irlande et fait le tour de l'Ecosse, puis elle aurait suivi la mer du Nord, la Manche, les côtes de France, d'Espagne et d'Afrique. Là, prise par le courant équatorial, elle aurait traversé l'Atlantique. Le Gulf-Stream l'aurait alors charriée vers le Nord. Elle aurait quitté ce courant et dérivé vers l'entrée de la Delaware, où probablement un vapeur l'aura entraînée jusqu'à Philadelphie.

On a aussi imaginé des mesureurs de courant, ou *flussomètres*, à hélice et à gouvernail, inscrivant automatiquement leurs indications ; mais le fonctionnement de ces appareils coûteux est toujours délicat.

Pour mesurer les courants en profondeur, le seul appareil vraiment pratique est le flussomètre de l'amiral Makharof. Une hélice en laiton est portée par un panneau en fer ou en bois, qui s'oriente dans la direction du courant. A chaque tour d'hélice, c'est-à-dire pour un parcours déterminé du courant, un marteau mobile, actionné par un ressort, frappe un coup sur une cloche. Même avec un appareil grossièrement construit et dont la ligne est simplement tenue à la main, on entend la cloche très facilement jusqu'à 30 mètres. En remplaçant la cloche par un tam-tam plus sonore, et en se servant d'une ligne en fil d'acier branchée sur un appareil microphonique, on peut percevoir les sons jusqu'à 500 mètres de profondeur. L'appareil vient d'être très utilement employé pour l'exploration des courants profonds du Bosphore et du détroit de Gibraltar. J. R.

Biologie

Sur l'origine des variations. — Le fascicule de l'*American Naturalist* pour janvier-février 1922 est entièrement consacré à l'étude de l'origine des variations. H.-S. Jennings, A.-F. Blakeslee, H.-J. Muller, C.-B. Bridges, R.-A. Emerson, enfin M.-F. Guyer, apportent chacun une contribution intéressante sur ce sujet, et en éclairent chacun un point particulier.

Jennings, depuis déjà longtemps, a cherché la solution du problème dans l'étude des générations successives d'Infusoires. Chez les êtres plus élevés en organisation, quand on examine les individus provenant de la rencontre de deux parents, on voit bien des variations, mais celles-ci sont transitoires, et n'ont par conséquent aucun intérêt au point de vue de l'évolution des espèces. Tout se passe comme si, à chaque nouvelle génération, les unités héréditaires, après s'être mélangées, se groupaient de façon quelque peu différente, mais comme ces unités mêmes ne subissent aucun change-

ment, leurs groupements et regroupements ne conduisent en fin de compte à aucun résultat stable et héréditaire. En étudiant les variations chez les individus provenant de reproductions « uniparentales », la considération du mélange d'unités héréditaires se trouve éliminée, et l'on pouvait espérer en mieux reconnaître et l'origine et l'évolution. Mais ce fut plutôt une déception. Les variations qu'on observait étaient provoquées par des conditions diverses de l'ambiance, et, comme les précédentes, elles étaient transitoires. On s'est cependant attaché à poursuivre des investigations dans cette voie. Jennings, par exemple, s'est demandé si, en sélectionnant les individus les plus favorables pendant une longue série de générations, on n'arriverait pas sur les traces de quelque modification héréditaire. D'autres auteurs ont tenté de faire intervenir des agents physiques et chimiques, pendant longtemps, de génération en génération. Ici encore, les résultats furent négatifs. Ce n'est pas qu'on n'observât jamais de variation paraissant stable et transmissible. Chez des Rhizopodes : *Difflugia*, *Arcella*, chez des Infusoires : *Stylonychia*, *Paramecium*, Jennings et ses élèves ont fini par obtenir, après des sélections longuement poursuivies, des modifications portant sur des caractères morphologiques et physiologiques, modifications plus ou moins grandes et qui se transmettaient de génération en génération. De même Banta a réussi à isoler une lignée de Cladocères présentant une certaine particularité physiologique transmissible. Tout récemment, Victor Jollos (1921), après plusieurs années d'expériences, est arrivé à modifier la résistance des Paramécies qu'il cultivait vis-à-vis de la température et de certaines substances chimiques. La modification obtenue persistait après qu'on replaçait les Paramécies dans des conditions normales, et se transmettait de génération en génération. Le fait intéressant est que plus on laissait longtemps agir le facteur déterminant la modification, et plus celle-ci persistait longtemps après qu'on interrompait l'action de ce facteur. Les modifications induites pouvaient ainsi se maintenir pendant des centaines de générations, mais finalement il y a toujours eu retour à la forme initiale. D'ailleurs, en faisant intervenir la conjugaison et la reproduction « biparentale », la modification disparaissait du coup ou bien se maintenait, mais pendant peu de temps. Jollos conclut de ses expériences que les variations induites ne sont nullement comparables à ces différences permanentes que l'on observe entre les espèces variées, et ne peuvent par conséquent nous rien apprendre sur l'origine de celles-ci.

Jennings fait à ce sujet une remarque assez plaisante. Quand, dit-il, on réussit à modifier un certain caractère, il est évident que ce caractère n'était pas fixe. D'un autre côté, quand, longtemps après que l'animal a été replacé dans des conditions habituelles, la modification artificiellement produite disparaît, il est évident encore que le caractère nouvellement créé n'est pas plus permanent que le caractère initial. Si cependant on admet qu'il y a effectivement des caractères permanents qu'aucune action extérieure ne saurait modifier, il est vain de rechercher leur origine en tentant de modifier les seuls caractères modifiables. Jennings croirait plutôt qu'il n'y a pas de caractères absolument fixés. Il se peut qu'en faisant agir certains facteurs physiques ou chimiques pendant un temps beaucoup plus long encore qu'on ne l'a fait jusqu'ici, on parviendrait à créer des caractères héréditaires aussi bien fixés que le sont les autres.

En somme, la constitution germinale ou génotypique de la plupart des organismes est extrêmement stable et toute tentative de la modifier est vouée à l'échec, du moins avec notre technique actuelle. Cependant, chez des organismes très simples, Rhizopodes, Bactéries, certains Infusoires, on peut observer des modifications jusqu'à une certaine limite héréditaires, mais la chose est assez rare.

A. Drz.

Histologie

La constance du nombre des noyaux dans les divers organes d'un Rotifère. — Dans un travail paru en 1912, sur la « constance des éléments histologiques », E. Martini a signalé que, chez les *Hydatina senta*, on compte invariablement 959 noyaux par individu et que ces noyaux sont répartis en nombre fixé entre les divers organes ; il y a, par exemple, toujours 8 noyaux dans la glande vitellogène, et 6 noyaux dans la glande digestive. Cependant, d'après un auteur plus récent, A.-F. Shull (1918), ce nombre n'est pas aussi constant qu'on l'avait prétendu ; pour sa part, sur 245 Hydatines, il en a compté 4 pour 100 ayant soit plus soit moins de 8 noyaux dans les vitellogènes, et de même, sur 120 glandes digestives, 9 renfermaient un nombre aberrant de noyaux. Or, H.-J. van Cleave, qui vient de reprendre ces observations (*Biological Bulletin*, vol XLII, 1922), a reconnu, lui aussi, une constance tout à fait remarquable. Il a examiné 767 *Hydatina senta* ; chez toutes, sauf trois, il y avait 8 noyaux dans les vitellogènes. Les trois individus faisant exception présentaient 10 et 12 noyaux, et van Cleave suppose que les noyaux en excès provenaient d'une division probablement amitotique dans un organe arrivé à maturité. En effet, il n'est pas rare de voir dans les glandes examinées des noyaux de forme irrégulière, incurvés, lobés, comme si quelque modification de l'activité cellulaire entraînait une augmentation de la surface du noyau et par suite un plissement de celui-ci. Si le déséquilibre s'aggrave, un noyau incisé peut se couper en deux, et le nombre typique de noyaux se trouve ainsi accru. Quoi qu'il en soit, ces noyaux en surnombre sont très rares dans les vitellogènes, à peine 0,4 pour 100 (sur 767 individus). Dans les glandes gastriques, la constance est plus parfaite encore : sur 435 cas examinés, van Cleave n'a jamais rencontré un nombre autre que 6, caractéristique de cet organe.

A. Drz.

Médecine

Essais de traitement de la grippe par l'hémothérapie sous-cutanée. — Le traitement de la grippe par les injections de sérum de convalescents recommandé par MM. Ch. Richet, Grigaut, Moutier, Thiroloix, Violle, Boidin et Saint-Girons donne des résultats intéressants, mais comme il présente certaines difficultés techniques, M. Simici, de Bucarest, a cherché à le simplifier en essayant de remplacer le sérum par le sang veineux de convalescents. A des grippés atteints de formes graves septicémiques il a injecté quotidiennement, tant que l'hyperthermie persistait, 10 à 20 centimètres cubes de sang veineux prélevé quelques instants auparavant sur un convalescent de grippe à forme grave dont la température se maintenait normale depuis quatre ou cinq jours. Les injections ont été faites dans le tissu cellulaire sous-cutané et dans les muscles de la fesse ; quand le sang ne pouvait être injecté immédiatement après l'extraction il était rendu incoagulable par addition d'une quantité convenable de citrate de soude (*Paris Médical*, 3 juin 1922).

Sur 27 malades ainsi traités 3 seulement sont morts et 24 ont guéri.

M. Simici a constaté que les injections de sang veineux des convalescents possèdent, de même que celles de sérum, une action anti-infectieuse très nette, se manifestant à la fois sur la fièvre, l'état général et la diurèse ; en même temps elles diminuent la dyspnée et semblent empêcher l'apparition des complications pleurales. L'hémothérapie à l'aide du sang veineux total des convalescents paraît donc susceptible d'être appliquée avantageusement au traitement de la grippe à formes graves et compliquées, sous réserve d'observer les précautions qu'impose toute hémothérapie par voie sous-cutanée et de ne pas abandonner les moyens thérapeutiques dont la pratique courante a montré l'utilité. A. B.

Hygiène

La fiche sanitaire individuelle et l'Institut de la Prévoyance médicale. — Des deux domaines de la Médecine, thérapeutique et préventif, le second, autrefois à peine esquissé, tend à prendre une importance qui ne le cède pas au premier, au point même que ses services deviennent inappréciables. Peut-on supputer approximativement le nombre de morts par fièvre typhoïde évitées pendant la guerre et le nombre de complications qu'auraient provoquées les épidémies de cette affection, dépréciant des séries d'existences ? Cependant, si la durée de la vie a ainsi augmenté dans l'ensemble, il n'en reste pas moins que le principal facteur de ce fait est le résultat de la diminution de la mortalité infantile, de sorte que l'on peut dire que l'adulte reste, actuellement encore, insuffisamment protégé contre la maladie menaçante (les causes de la morbidité-mortalité étant : l'intoxication, les traumas et les apathies physiques ou psychiques, les déficiences de l'alimentation ou des hormones) car, malgré le grand nombre d'œuvres réparties de toutes parts et à moins d'y être forcé, ce n'est qu'à titre exceptionnel qu'on recourt spontanément à l'examen médical dans le seul but de s'assurer de son état de santé, de parfaire son hygiène et d'éviter la maladie. D'autre part, l'examen, pratiqué uniquement en vue de la conservation de la santé, doit se présenter dans des conditions particulières, s'il doit se généraliser à la population et répondre à tous les desiderata de la science. (Dr Laurent. *Bulletin de l'Académie de Médecine*. Juin 1922.)

Il y a lieu d'établir une organisation appropriée, par la coordination des compétences.

L'*Institut de la Prévoyance médicale* de la conservation de la santé, de la *prévention de la maladie, comprendrait des centres régionaux d'examen périodique, physico-chimique, très accessibles, à la disposition de toute personne adulte, non malade, s'affiliant à l'Association.* La réalisation de l'Œuvre serait facilitée en ce sens qu'il existe dans toutes les villes de France des laboratoires de radiographie et de chimie médicale et que les frais qu'elle subirait pourraient être couverts par des milliers d'abonnés personnels ou collectifs (ouvriers).

Il faut donc que des spécialistes se constituent en groupes régionaux d'examen biologique, physico-chimique, à la disposition de l'associé, dont ils établiraient le bilan organique intégral et auquel ils délivreraient un *bulletin sanitaire* accompagné des conseils généraux, nécessaires, surtout hygiéniques, mais *sans intervenir d'aucune façon dans le diagnostic clinique et le traitement.*

Ces centres d'examen biologique seraient en rapport avec le Comité général, dont ils recevraient et influenceraient les directives, et qui aurait son journal. La propagande aurait à trouver ses éléments dans le corps médical et la Croix-Rouge ; elle pourrait être en relations avec d'autres œuvres, anticancéreuse et antituberculeuse, de si grande utilité publique.

Par la quantité et la variété des documents qu'elle recueillerait de toutes parts et les études auxquelles elle pourrait se livrer, cette Institution constituerait un *véritable et vaste laboratoire pratique de la vie,* servant notamment à déterminer avec précision la *constitution médicale d'une contrée,* ses déficiences et les remèdes à y apporter. Malheureusement, il faut compter avec l'indifférence générale et la routine et on doit ne pas perdre de vue que le domaine de l'hygiène sociale est vaste à l'excès, illimité peut-on dire.

Le Dr Laurent espère pourtant que si un groupe de personnalités apportait à l'association son concours avec la même ténacité que MM. les professeurs Hartmann et Delbet apportent à l'Œuvre du cancer, l'Institution préventive pourrait, à côté des autres œuvres, constituer quelque contribution à la santé publique et à l'optimum de rendement. L'hygiène sociale est appelée à une large évolution, à une véritable révolution de ses procédés. L. Ft.

Histoire des Sciences

Sur la session du Conseil international de Recherches tenue à Bruxelles en juillet 1922. — Le Conseil international de Recherches s'est réuni à Bruxelles, du 25 au 29 juillet, dans le beau Palais des Académies où l'Académie royale de Belgique lui a offert une gracieuse hospitalité. L'allocution que j'ai prononcée en ouvrant la session rappellera sommairement l'histoire de l'institution, autour de laquelle sont groupées diverses Unions internationales.

« L'Assemblée du Conseil international de Recherches se réunit pour la seconde fois. Beaucoup d'entre vous se rappellent sans doute dans quelles conditions fut fondé l'ensemble des organisations scientifiques rassemblées autour de ce Conseil. Dans des conférences tenues à Londres et à Paris, en 1918, des représentants des pays alliés et associés dans la lutte mondiale qui allait prendre fin, avaient proposé la création d'un organisme central, autour duquel se grouperaient des Unions internationales correspondant aux divers ordres de sciences. Les Unions conserveraient une grande liberté d'action, obéissant seulement à certaines directions générales données par le Conseil international, et lui soumettraient leurs statuts. Il avait paru que ces Unions devaient être assez peu nombreuses, contrairement à des tendances qui avaient régné antérieurement et qui avaient conduit à trop multiplier les groupements internationaux ; cela est bien en accord avec la dépendance chaque jour accrue entre les diverses disciplines scientifiques et avec l'unité que la science se propose comme un but idéal. Aux heures graves où ces idées étaient émises, on se rappelait d'ailleurs que, suivant un mot classique, science sans conscience est erreur de l'âme, et nous ne pouvons pas relire sans émotion la déclaration votée unanimement par la conférence de Londres, en 1918, pour servir de préface à ses résolutions, déclaration, semble-t-il, que le moment n'est pas encore venu d'oublier.

« Les projets formés l'année précédente ont pris définitivement corps en 1919, et la première session du Conseil international de Recherches eut lieu, ici même, il y

a trois ans. Les statuts furent définitivement établis, et il a été décidé que le siège légal du Conseil serait fixé à Bruxelles, où se tiendraient, tous les trois ans, les Assemblées générales (1). Les nations représentées rendaient ainsi hommage à l'héroïque pays, dont le nom est synonyme d'honneur et de devoir, qui nous donne en ce moment l'hospitalité. Quant aux diverses Unions, il leur appartient de fixer elles-mêmes les lieux et les dates de leurs réunions. On peut regarder que cinq Unions internationales sont actuellement créées ; ce sont : celles d'astronomie, de géodésie et géophysique, de chimie pure et appliquée, de mathématiques, de radio-télégraphie scientifique. Les plans généraux d'autres Unions furent tracés dans leur grande ligne en 1919, et ce sera un des objets de vos travaux de les constituer définitivement.

« Une des préoccupations du Conseil dans sa session de 1919 avait été de chercher à élargir les relations intellectuelles établies l'année précédente, en invitant les nations qui n'avaient pas pris part à la guerre à participer aux travaux des nouvelles organisations.

Les espérances alors conçues n'ont pas été vaines, et nous avons eu la joie de recueillir de nombreuses et précieuses adhésions.

« Telle est, dans ses grandes lignes, l'histoire de l'œuvre définitivement fondée, il y a trois ans. Comme toute entreprise d'un type nouveau, elle a rencontré çà et là quelque scepticisme. Réunir, fût-ce par un lien assez mince, autour d'un Conseil central, tant d'associations, a paru chimérique à certains, qui préfèrent une indépendance absolue des divers organismes scientifiques internationaux. Si courte que soit notre histoire, elle paraît montrer que ces craintes ne sont pas fondées. La tutelle du Conseil international de Recherches sur les diverses Unions est bien légère, et les modifications que le Conseil a apportées à quelques points de détails dans leurs statuts ont été acceptées très facilement. Il y a plus : on peut penser que certaines Unions ont été heureuses de laisser au Conseil international le soin de prendre des décisions qu'elles ne se souciaient pas de prendre elles-mêmes. Il semble donc que nous avons fait œuvre viable, et nous sommes heureux de constater que l'activité scientifique des Unions définitivement constituées, qui se sont réunies au moins une fois depuis leur fondation, a été fécond. L'Union internationale de chimie, il faut le reconnaître, a témoigné d'une activité particulière. Elle a eu, chaque année, une réunion, où sont soulevées de nombreuses questions, comme le montrent ses très importants comptes rendus de 1920 et 1921. Il faut aussi rendre justice au labeur de l'Union astronomique et de l'Union géodésique et géophysique qui ont tenu à Rome une session très chargée, il y a trois mois.

« Il est évident que tous les ordres de sciences ne se prêtent pas également à des travaux collectifs, et par exemple les mathématiques pures sont, à cet égard, très différentes de l'astronomie ou de la géophysique. Mais l'association dans la recherche est susceptible de bien des formes, et il importe de créer des cadres, ne devraient-ils être pour le moment qu'incomplètement remplis. D'ailleurs les questions relatives aux Congrès internationaux rentrent dans les attributions des Unions, et c'est ainsi qu'un Congrès international des mathématiciens eut lieu à Strasbourg au mois de septembre 1920.

« Nous sommes assurés que la sympathie et la confiance régnant entre les adhérents, sans lesquelles toute collaboration fructueuse est impossible, permettront le développement de l'œuvre entreprise. Elles sont d'autant plus nécessaires que beaucoup, osons l'avouer, n'ont plus aujourd'hui les généreuses illusions d'autrefois et ne croient plus que la science, à elle seule, rapproche les nations. Entendue au sens étroit, c'est-à-dire de connaissance en vue de fins pratiques, la science ne rapproche ni n'éloigne ; elle est indifférente. Quand elle est un lien, c'est qu'il s'y trouve surajouté un élément qu'on pourrait dire moral, sans lequel des contacts plus fréquents risquent au contraire d'engendrer des dissensions plus âpres. Aussi, quelles que puissent être les espérances que nous pouvons concevoir, nous ne devrons pas oublier que nos entreprises ont encore la fragilité du jeune âge, et que des transformations trop brusques pourraient leur être dangereuses. Vous apporterez dans vos résolutions la prudence habituelle aux hommes de science, et, dans sa deuxième assemblée générale, le Conseil international de Recherches travaillera dignement au développement de l'œuvre si bien commencée il y a trois ans. »

Presque tous les pays adhérents au Conseil international de Recherches étaient représentés à l'Assemblée générale de la semaine dernière, et avaient envoyé de nombreux délégués. Un des projets de la réunion était la formation de nouvelles Unions internationales. Les Unions suivantes ont été créées définitivement : Union de Physique pure et appliquée, des Sciences biologiques, des Sciences médicales, de Géographie. Des statuts provisoires d'une Union géologique ont été posés ; ils seront discutés dans un Congrès géologique qui va se tenir à Bruxelles.

Quelques parties des statuts du Conseil international, ne touchant aucun point essentiel, ont été remaniées. En particulier, le Comité exécutif, qui se composait seulement jusqu'ici de cinq membres, a été notablement augmenté. En dehors des cinq membres choisis par l'Assemblée générale, il contiendra, dorénavant, un délégué de chaque Union. L'Assemblée a été d'avis, sur la suggestion de nos collègues des Etats-Unis d'Amérique, que le Conseil international pourrait jouer le rôle de conseiller scientifique, en entreprenant l'organisation de recherches demandant la collaboration de diverses Unions ou de savants représentant plusieurs branches des sciences. Cette tâche, à laquelle présiderait le Comité exécutif, serait de grande importance, et son exécution mérite d'être tentée.

Les pays adhérents au Conseil international de Recherches sont actuellement : Angleterre, Australie, Belgique, Canada, Danemark, Egypte, Espagne, Etats-Unis d'Amérique, France, Grèce, Hollande, Italie, Japon, Maroc, Mexique, Monaco, Norvège, Pologne, Portugal, Suède, Suisse, Tchéco-Slovaquie, Yougo-Slavie.

Le bureau du Comité exécutif pour la période 1922-1925 est ainsi formé : M. Emile Picard, président ; MM. Georges Lecointe et Vito Voltera, vice-présidents ; Sir Arthur Schuster, secrétaire général.

Emile Picard,
Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences,
Président du Conseil international
de Recherches.

(1) On trouve les résolutions les plus importantes prises à Londres, Paris et Bruxelles, en 1918 et 1919, dans les *Comptes rendus* (t. 167, 1918, p. 566 et 933; t. 169, 1919, p. 345).

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

Le moteur Diesel compound (1). — On connaît le principe du moteur Diesel ordinaire : par compression adiabatique, de l'air est porté à une température suffisante (1er temps) pour que du pétrole, injecté en fines gouttelettes, s'y enflamme, dégageant une certaine quantité d'énergie calorifique transformée en travail moteur pendant le 2e temps. Les 3e et 4e temps sont, comme dans les moteurs à explosion ordinaires, utilisés à l'échappement des gaz brûlés et à l'aspiration d'air frais. Le haut rendement du Diesel (on retrouve sur l'arbre plus du tiers de l'énergie contenue dans le combustible), sa facilité de mise en marche et de conduite en ont fait le moteur de choix pour les centrales électriques de pointe, pour la navigation commerciale (au moins jusqu'à un certain tonnage), etc. La puissance individuelle des Diesel a augmenté constamment : le moteur de 4.000 HP est entré dans la construction courante, mais paraît être à la limite de ce que le type à combustion interne peut donner sous sa forme actuelle. *La Revue Scientifique* (2) a indiqué la solution proposée par J. Still pour porter la puissance unitaire des cylindres de 500 à 1.500 HP. Il n'est donc pas sans intérêt de rapprocher du procédé Still le dispositif d'E.-A. Sperry, qui permettrait d'envisager des moteurs de 10.000 HP et des poids par cheval inférieurs à 3 kg., de l'ordre par conséquent de ceux des moteurs actuels d'aéroplanes.

M. Sperry utilise tout simplement la détente fractionnée déjà employée depuis longtemps dans les machines à vapeur compound : les gaz, après avoir travaillé dans un cylindre haute pression (H. P.), sont envoyés dans un cylindre basse pression (B. P.) où ils fournissent un nouveau travail. L'avantage de ce dispositif est multiple :

Tout d'abord dans le moteur Diesel ordinaire, il faut porter l'air à une température suffisante pour que le jet de pétrole s'enflamme : donc une très forte compression est nécessaire (l'espace mort se réduit au 1/20 de la cylindrée) ; mais il faut aussi éviter à tout prix que le pétrole ne vienne en contact avec les parois, d'où l'emploi de pulvérisateurs assez délicats. D'autre part, pour que le rendement soit convenable, il ne faut pas que la pression d'échappement soit trop élevée, donc il faut injecter très peu de combustible. En fait, dans les Diesel ordinaires, le rapport de la pression maximum à la pression d'échappement n'est que de 12 à 1 et la pression moyenne dépasse rarement 5 kg : cm².

Dans les moteurs Diesel compound, il devient possible de donner à l'espace mort du cylindre haute pression des dimensions appréciables, allant jusqu'au 1/4 de la cylindrée ; non seulement alors on peut supprimer le pulvérisateur, mais encore on peut envoyer beaucoup de combustible, la pression *moyenne* se trouve donc portée de moins de 5 à plus de 25 kg : cm² dans le cylindre H. P., la cylindrée restant la même, ainsi que la pression maximum pour laquelle le cylindre est construit. De ce fait, pour le même poids, la puissance se trouverait plus que quintuplée. Les gaz sont ensuite envoyés dans le cylindre B. P., où ils produisent un nouveau travail. Or, comme il s'agit de gaz déjà brûlés, le temps d'aspiration d'air frais et celui de compression n'ont plus de raison d'être; de ce fait *un seul* cylindre B. P. pourra servir pour *deux* cylindres H. P., échappant à tour de rôle dans la partie B. P. ; comme, de plus, il n'y a aucune explosion dans le cylindre B. P., ce dernier pourra être traité beaucoup plus légèrement ; comme enfin les temps moteurs B. P. correspondent aux temps d'échappement des deux cylindres H. P., on voit que *tous les temps du Diesel à deux cylindres H. P. et un cylindre B. P. sont moteurs ;* la masse du volant peut donc être très réduite.

En fait, on a réalisé des moteurs marins pesant 13,5 kg. par cheval sur l'arbre, et le gouvernement américain a passé commande d'un moteur qui ne doit pas dépasser 2,26 kg. par cheval sur l'arbre (les moteurs Diesel ordinaires dépassent 100 kg. par cheval).

La détente peut, dans le nouveau moteur, être poussée très loin : les constructeurs seraient arrivés à un rapport de détente de 120 : 1. Mais quand on veut équilibrer pendant un cycle les actions des divers cylindres, on est amené à donner au cylindre B. P. une section valant de 6 à 10 fois la section de chacun des deux cylindres H. P.; le rapport de détente est alors voisin de 80 : 1, plus de six fois supérieur à celui réalisé dans les Diesel ordinaires.

Il sera intéressant de suivre le développement de ce nouveau moteur, qui paraît réaliser, dans le domaine de la combustion interne, un progrès comparable à celui que les machines compound avaient réalisé dans l'emploi de la vapeur. On ne peut cependant oublier que ce dernier progrès a été, presque aussitôt après sa naissance, éclipsé par l'apparition des turbines à vapeur ; la turbine à gaz ne viendra-t-elle pas aussi faire perdre le bénéfice des efforts poursuivis par M. Sperry près de trente années durant ?

A. Foch.

(1) Elmer A. Sperry, *Am. Soc. Mech. Eng.* (décembre 1921). *Bulletin Bureau Véritas* (1922), p. 120.

(2) *Rev. Sc.* (1922), p. 310.

Chimie industrielle

L'industrie de l'azote en Allemagne. — *Agriculture et Guerre.* — M. Camille Matignon, professeur au Collège de France, consacre un très important article à l'industrie des matières azotées en Allemagne (*Chimie et industrie*, juillet 1922) dans lequel il montre que, dès la fin de cette année, nos voisins auront réalisé le programme qu'ils s'étaient proposé : la production de 500.000 tonnes d'azote combiné, pour les besoins de l'agriculture et les exigences de la guerre. En tenant compte de l'utilisation de l'ammoniaque des cokeries et des fabrications allemandes de la cyanamide calcique, on aurait, avec les 300.000 tonnes d'azote sous la forme d'ammoniaque de synthèse des procédés Haber-Bosch, la production de 530.000 tonnes d'azote combiné.

Azote de NH^3 synthétique.....	300.000 tonnes
Azote de NH^3 des cokeries.....	110.000 tonnes
Azote de la cyanamide.....	120.000 tonnes
	530.000 tonnes

En 1913, l'Allemagne importait 750.000 tonnes de nitrate du Chili, correspondant à 116.250 tonnes d'azote, M. Maraour, ingénieur des Poudres, chef du service des experts chimistes à la commission

militaire du contrôle en Allemagne, dans un rapport paru dans *Chimie et Industrie* (juillet 1922), relève la production allemande de l'azote combiné à 511.200 tonnes sous forme d'azote nitrique ammoniacal ou de cyanamide. La synthèse de l'ammoniaque du procédé Haber Bosch donne 300.000 tonnes. Les usines allemandes peuvent transformer en azote nitrique 112.000 tonnes d'azote ammoniacal. A la fin de la guerre, les installations d'oxydation pouvaient produire 172.332 tonnes d'azote nitrique par an. L'usine de Leverkusen, qui produisait l'acide nitrique pour les explosifs, a été détruite à la demande de la Commission alliée ; la production de l'acide nitrique concentré a été réduite de 14.977 tonnes à 6.019 tonnes, soit en azote nitrique 1.338 tonnes. Pendant toute la guerre, M. Muraour évalue à 514.000 tonnes d'azote utilisées pour les besoins militaires, 35.000 tonnes de nitrate de Norvège, de la combustion de l'azote, correspondant à 4.550 tonnes d'azote. Désormais, l'Allemagne s'est affranchie de ces importations et elle devient exportatrice.

Sa production de 1913, à sa première usine d'Oppau, était de 30.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, soit 6.000 tonnes d'azote, sa consommation en sulfate d'ammoniaque était de 460.000 tonnes, soit 92.000 tonnes d'azote, la cyanamide figurait dans la consommation pour 30.000 tonnes, soit 6.000 tonnes d'azote.

Pour l'année 1921-22 (du 1er juin au 31 mai), la production d'azote combiné à l'état d'ammoniaque était déjà de 190.000 tonnes de synthèse. Avec les nouvelles usines (Oppau, Merseburg, etc.), la production atteindra, comme on l'affirme, 300.000 tonnes d'azote combiné. Pour cette année 1921-22, on avait :

Azote de NH^3 synthétique.....	190.000 tonnes
Azote de cokeries.....	60.000 tonnes
Azote de la cyanamide.....	40.000 tonnes
	290.000 tonnes

Le programme de 1914 demandait une production de 210.000 tonnes d'azote combiné, à répartir entre les besoins de la guerre et de l'agriculture, de la mort et de la vie, soit :

353.000 tonnes acide azotique (Poudres et explosifs) ;
450.000 tonnes cyanamide (Agriculture) ;
300.000 tonnes sulfate d'ammoniaque (Agriculture).

Le programme a été modifié avec une production de 500.000 tonnes. Ce programme va être réalisé à la fin de l'année ; les 120.000 tonnes d'azote combiné dans la cyanamide correspondent à 600.000 tonnes de cyanamide, les 300.000 tonnes d'azote du sulfate d'ammoniaque correspondent à 1.500.000 tonnes. Le chiffre de 1.000.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque aurait été préparé par l'ensemble de tous les procédés pendant la dernière année de guerre.

En admettant seulement une production de 400.000 tonnes d'azote combiné sous différentes formes, (sels ammoniacaux, nitrates, cyanamide, etc.), cette production uniquement allemande représenterait plus de la moitié de la consommation mondiale d'avant-guerre (692.000 tonnes d'azote combiné).

Certes, les besoins de l'agriculture et ceux de la guerre ont augmenté ; on sait que la culture intensive et scientifique est encore peu pratiquée. Les inégalités à cet égard ressortiront des quantités d'azote combiné à l'état d'engrais azoté par hectare de terre labourable dans les différents pays:

Belgique.....	17 kg 04 d'azote
Allemagne.....	8 kg 00 d'azote
Grande-Bretagne.....	6 kg 25 d'azote
France.....	3 kg 00 d'azote

Les débouchés agricoles sont donc assurés.

Pour la guerre, les consommations de poudres et d'explosifs sont aujourd'hui considérables. On sait que pendant la période la plus active de la grande guerre la consommation française a été de 200 tonnes par jour d'azote combiné pour les poudres et explosifs, soit 60.000 tonnes par an. Une production de 400.000 tonnes d'azote combiné dans le pays même, assure à la fois l'agriculture et la fabrication des poudres et explosifs de l'Allemagne.

« En admettant que nous conservions les têtes de pont du Rhin, ce qui aurait pour conséquence de placer l'usine d'Oppau sous notre contrôle et la plupart des cokeries de la Ruhr sous le feu de nos canons, il resterait encore à l'Allemagne une disponibilité de 300.000 tonnes d'azote combiné, représentant cinq fois notre consommation de guerre. Il convient de réfléchir à ce monopole de l'azote que possède l'Allemagne, monopole qui porte sur des produits indispensables pour la vie en temps de paix ou en temps de guerre.

A. R.

Mines

Les minerais de nickel du Yunnam. — Plusieurs régions du Yunnam, notamment les environs de Tungchwan, ainsi que la vallée du haut fleuve Rouge, à l'est de Kochin, renferment des minerais nickelifères variés, surtout sous la forme de sulfures (Millérite, Nickéline, Pyrrhotine nickelifère), associés avec des sulfures de cobalt, dans des filons à gangue quartzeuse recoupant des gneiss et des schistes. Des essais, effectués à Londres, ont montré l'existence d'une forte proportion de nickel (8 à 37 %).

D. P.

Agronomie coloniale

Le palmier Péjibaye de l'Amérique tropicale. — Le *Guillielma utilis*, OErst. (*Bactris utilis*) répandu dans l'Amérique équatoriale et centrale, a le port du cocotier; il atteint une hauteur d'une vingtaine de mètres. Il produit chaque année, 5 ou 6 régimes, de 12 kilogs chacun, composés de fruits jaunes ou oranges de 3 à 5 cm. de longueur; la pulpe est farineuse et le noyau central dur, riche en huile, rappelle par sa saveur la noix de coco. On consomme la pulpe de ces fruits cuits dans l'eau salée, comme des châtaignes.

M. U. Bernard, qui a résumé dans l'*Agronomie coloniale* (mars 1922), les connaissances que l'on a sur ce palmier, cite l'analyse suivante des fruits :

Eau	48,8 %
Protéine	2,8
Graisse	6,7
Matières hydrocarbonées	40,9
Cendres	0,8

La récolte est rendue difficile par suite de la présence, sur le tronc et les nervures des feuilles, de nombreuses et longues épines noires très pointues. Spontané dans les forêts de l'Equateur, de la Colombie, du Vénézuéla, il est cultivé depuis longtemps au Costa-Rica. La multiplication se fait par graines ou par rejets.

L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 25 septembre, le président, M. Maquenne, annonce la mort de M. Battandier, correspondant de la section de botanique, depuis 1918. M. Battandier était professeur à la Faculté de médecine et de pharmacie d'Alger, depuis 1879. Il était un maître incontesté, en matière de flore nord-africaine, et avait continué l'œuvre de Cosson.

— Trois candidatutres sont en présence pour le siège de Laveran dans la section de médecine et chirurgie. Ce sont celles de MM. Albert Calmette, sous-directeur de l'Institut Pasteur de Paris, et des professeurs Chauffard et Vincent.

Conseil supérieur de l'Agriculture. — Un décret (*J. Off.*, 1er octobre) contient la liste des membres du nouveau Conseil, comprenant 40 membres choisis parmi ceux des huit Offices régionaux, 30 membres du Parlement, 30 notabilités des corps constitués et groupements agricoles, 30 notabilités de la pratique agricole, 30 notabilités des sciences appliquées. Parmi ces notabilités figurent 10 membres de l'Académie des Sciences : MM. Roux, Lindet, Tisserand, Viala, Maquenne, Bonnier, Cayeux, Henneguy, Marchal, Schlœsing.

Congrès international de Médecine et de Pharmacie militaires. — Le deuxième Congrès se tiendra à Rome du 28 mai au 2 juin 1923. (Le premier Congrès avait eu lieu à Bruxelles en 1921, et 19 nations y étaient représentées).

La cotisation est fixée à 25 francs pour les médecins et pharmaciens militaires qui prendront part au Congrès et 15 francs pour les membres de leur famille.

L'organe officiel du Congrès est le *Giornale di Medicina militare*, au Ministère de la Guerre, rue 20-Septembre, Rome, auquel on peut s'adresser pour tous renseignements ou communications relatifs au Congrès.

Congrès de Chirurgie. — Le 31e Congrès français, organisé par l'Association française de chirurgie, s'est ouvert le 2 octobre sous la présidence de M. P. Strauss, Ministre de l'Hygiène. M. le professeur Hartmann a énuméré les progrès de la chirurgie depuis quarante ans.

L'Association compte actuellement 764 membres, dont 203 étrangers. Une Exposition d'instruments avait été organisée dans le hall de la Faculté de médecine.

Congrès de l'industrie laitière. — Après la Journée du Lait, organisée le 19 septembre, au siège de la Société d'Horticulture à Paris, le Congrès de l'Industrie laitière a eu lieu, du 6 au 8 octobre, à Rennes. Des rapports ont été présentés par MM. Voitellier (production), Lindet (fromages), Lahouroux (beurres), Kayser (microbes de l'industrie laitière).

Exposition des combustibles liquides. — L'Exposition internationale, organisée par la Société de Chimie industrielle à l'Esplanade des Invalides, à l'occasion du Congrès des combustibles liquides, s'est tenue du 4 au 15 octobre.

De nombreuses démonstrations ont été faites avec les divers carburants ; la direction des Recherches et des Inventions du Ministère de l'Instruction publique a présenté un nouveau brûleur à mazout ; le service des Alcools et la Direction des Poudres ont fait fonctionner des moteurs avec le carburant national sous diverses formules.

M. Daniel Berthelot a fait, le 10 octobre, une conférence sur les carburants. Dans la séance de clôture, M. A. Mailhe a examiné la préparation des pétroles à partir des huiles végétales et animales.

Le tunnel sous la Manche. — L'Association des 103 chambres de commerce britanniques vient de présenter une motion en faveur de la construction du tunnel. D'autre part, sir Arthur Fell, président du Comité parlementaire du tunnel, vient d'adresser à M. Chamberlain une pétition comportant 217 signatures en vue de fixer la date de la discussion du projet dans la session d'automne.

Recherches chimiques de guerre. — A l'occasion de ses noces d'or, M. Alexandre Perdriel, de Nantes, a envoyé 10.000 francs au maire de la ville pour le service des recherches chimiques de l'armée, en vue de l'étude des moyens de préservation contre les gaz asphyxiants.

Office central de chauffe rationnelle. — Dans le *Journal Officiel* du 20 août 1921, se trouve un intéressant rapport sur l'organisation des économies de combustibles dans l'Industrie, rédigé par M. P. Mahler. Parmi les indications contenues dans ce rapport, nous signalons l'organisation de l'*Office central de chauffe rationnelle*. Cet office a été créé en 1919, au moment où la crise de combustible était particulièrement aiguë, dans le but de provoquer des économies. Il a débuté avec des capitaux souscrits par les groupements charbonniers de l'armement et une subvention du Gouvernement. La forme choisie a été celle d'une Société anonyme ; mais, pour bien marquer le caractère désintéressé de l'œuvre entreprise, les statuts prescrivent que tous bénéfices au delà de 6 % du capital seront employés à des recherches et essais, ou à la création de bourses à l'école de chauffage industriel.

Parmi les services nous signalons en particulier :

Une école de chauffage industriel, comprenant d'une part des cours destinés à des ingénieurs ayant déjà une instruction technique étendue et leur permettant d'acquérir les connaissances complémentaires nécessaires à un véritable ingénieur de chauffage ; d'autre part les cours pour contremaîtres destinés à former soit des chefs de chaufferies, soit des chefs de fours et gazogènes. L'enseignement est surtout pratique et comprend le réglage en usine de nombreux appareils et l'établissement de bilans thermiques. La durée des cours est réduite au minimum : cinq semaines pour les ingénieurs, quatre pour les contremaîtres.

En deux ans, l'école a formé 66 ingénieurs et 83 contremaîtres.

Observations relatives à la propagation des ondes explosives dans la haute atmosphère. — A la réunion de la Commission d'exploration de la haute atmosphère qui eut lieu à Bergen en juillet 1921, une sous-commission, présidée par M. de Quervain, fut chargée d'organiser des études systématiques sur la propagation des ondes explosives dans l'atmosphère. Dans ce but, il vient d'être décidé, avec le concours du Ministère de la Guerre et de l'Institut Météorologique de Hollande, que l'explosion d'une masse de chlorate d'ammonium de 5.000 à 2.000 kg serait provoquée sur le champ d'exercice d'Oldbrock, près de Zwoll, à 19 h. 30 d'un jour qui sera fixé ultérieurement.

L'annonce de l'expérience sera donnée au moins 24 heures à l'avance par la voie de la presse et de la télégraphie sans fil. Il importerait que les effets de différente nature (sonores, mécaniques, ou autres) fussent notés par le plus grand nombre possible d'observateurs. Nous publierons, dans le prochain numéro de la Revue, le programme des observations qu'il conviendrait de recueillir.

L'éclipse totale du Soleil du 21 septembre 1922. — M. le Dr A. C. D. Crommelin donne dans « Nature » (n° du 30 septembre 1922) les premiers résultats obtenus par les diverses missions. A l'Ile Christmas, MM. Jone et Melotte n'ont pas été favorisés par le beau temps. Mais les conditions atmosphériques ont été excellentes en Australie où des stations avaient été organisées à Wollal (côté ouest), à Cordillo-Downs (région centrale), à Goondiwindi et Stanthorpe (Queensland). Le problème d'Einstein a été l'objet d'observations spéciales à Wollal (professeur Campbell) et à Toronto (professeur Chant). A Cordillo, le professeur Kerr Grant a fait des mesures photoélectriques en vue de comparer les éclats du disque et de la couronne solaires. La sensibilité de son instrument devait conduire à des résultats plus précis que ceux obtenus dans les déterminations antérieures.

Les plus prochaines éclipses totales seront visibles dans les régions suivantes : septembre 1923 et janvier 1925, aux Etats-Unis ; janvier 1926, à Sumatra ; 1927, en Angleterre et en Norvège. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Dans le Livret de l'étudiant, publié par le Bureau de renseignements de la Sorbonne, nous recevons la statistique concernant le nombre des étudiants de l'année scolaire 1921-1922.

	HOMMES		FEMMES		TOTAL
	Français	Etrangers	Françaises	Étrangères	
Droit	7 655	1.290	465	44	9.484
Médecine..	3.386	817	576	107	4.886
Sciences ..	2.006	419	493	59	3.037
Lettres ...	1.375	441	902	375	3.093
Pharmacie	504	10	169	2	685
	15.016	2.977	2.605	587	21.185

soit pour 21.185 étudiants des deux sexes, un chiffre de 3.192 étudiantes (15,6 p. %) et de 3.564 étrangers des deux sexes (16,8 p. %).

Les étudiants alsaciens et lorrains pourvus du certificat de maturité des lycées, gymnases, écoles réales supérieures d'Alsace, de Lorraine, ou d'Allemagne sont admis à s'inscrire pour tous les grades et diplômes d'Etat.

Muséum national d'Histoire Naturelle. — Une exposition publique de Champignons sera ouverte au Laboratoire de cryptogamie, 63, rue de Buffon, du 15 au 18 octobre inclus, de 9 heures à 11 heures et de 2 heures à 5 heures.

Le personnel du laboratoire fournira les explications nécessaires. L'exposition sera précédée, le dimanche 15 octobre, à 10 heures, d'une Conférence faite par M. le professeur Mangin, dans le Grand Amphithéâtre, 55, rue Cuvier.

Ecole d'Anthropologie. — L'ouverture des Cours aura lieu le vendredi 3 novembre 1922, rue de l'Ecole de Médecine, 15. Ils se continueront dans l'ordre suivant :

M. E. Manouvrier : Les caractères sexuels secondaires dans l'espèce humaine. (Le vendredi à 5 heures).

M. G. Hervé : Etudes de quelques populations françaises : pays Basque, Poitou, Berry. (Le mardi à 5 h.).

M. P.-G. Mahoudeau : Les précurseurs de Lamarck ; La philosophie Zoologique et les progrès du Transformisme au XIXe siècle. (Le mercredi à 5 heures).

M. Ad. de Mortillet : Le travail, l'Industrie et le Commerce chez les Primitifs. (Le mercredi à 4 heures).

M. L. Capitan : La météorologie et la géographie humaine aux temps préhistoriques. (Le lundi à 5 heures).

M. F. Schrader : Accord du fonctionnement planétaire et des rapports humains.

M. G. Papillault : Les Stimuli psycho-sociaux. (Le samedi à 4 heures).

M. F. Zaborowski : L'Asie-Mineure ; l'Amérique : les Etats-Unis.

M. R. Anthony, suppléé par M. F. Villemin : Anatomie viscérale de l'homme et des singes. (Le lundi à 4 heures).

M. G.-Paul Boncour : Les conditions psychiques des réactions antisociales. (Le mardi à 4 heures).

M. J. Vinson : Les langues de l'Afrique, La poésie chez les divers peuples : mesure, cadence, rime.

Deux séries de quatre conférences chacune, compléteront les cours :

M. Siffre : Odontologie humaine paléolithique et néolithique, normale et pathologique. (Les mercredis, 8, 15, 22 et 29 novembre à 3 heures).

M. de Saint-Perier : La faune et la flore aux temps préhistoriques. (Les mardis, 5, 12, 19 et 26 février à 3 heures).

École nationale des Ponts et Chaussées. — La chaire de Ponts en maçonnerie est déclarée vacante.

École des Beaux-Arts. — La chaire d'anatomie est déclarée vacante (25 septembre).

École centrale des Arts et Manufactures. — La liste des élèves ingénieurs a été complétée et l'admission reportée jusqu'au rang 270.

Ecoles des Arts et Métiers. — Le brevet d'ingénieur a été conféré par ordre de mérite à 396 élèves sortants : Paris 69, Lille 56, Cluny 80, Châlons 73, Angers 78, Aix 40 ; 152 élèves ont reçu le diplôme d'ancien élève. Paris 18, Lille 15, Cluny 26, Châlons 42, Angers 12, Aix 39, soit en tout 548 pour la promotion 1922.

École supérieure des Directions des Entreprises. — Un groupe d'industriels de la région du Nord vient de créer à Lille une école, ayant pour objet de former les futurs chefs d'industrie. La direction a été confiée à M. J. Wilbois, ancien élève de l'Ecole normale supérieure et ancien directeur de l'Ecole réale française de Moscou. Les cours ouvriront le 4 novembre prochain. La scolarité est d'une année.

Université de Bordeaux. — La Faculté des Sciences a organisé une Ecole de Radiotélégraphie, comportant deux enseignements différents, l'un élémentaire, et l'autre supérieur. Les candidats doivent subir un examen d'admission.

Ecole de Médecine et de Pharmacie. — Un concours pour l'emploi de suppléant de physiologie à l'Ecole de Marseille aura lieu à Montpellier le 2 avril 1923. La transformation de l'Ecole de Marseille en Faculté est en voie de réalisation. A la suite de la récente création d'un Institut de médecine coloniale, l'Ecole de Marseille est devenue un centre d'études des maladies des colonies. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 septembre 1922

ARITHMÉTIQUE. — *L.-G. Du Pasquier* (transm. par M. Hadamard). **Sur l'arithnomie des quaternions.**

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Jean Rey* (transm. par M. André Blondel). **De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique.**

L'auteur fait une théorie dans laquelle, en première approximation, il néglige la vitesse de déplacement du faisceau dans l'espace. Il étudie ensuite l'influence de la durée d'éclairage, et compare les résultats obtenus en utilisant successivement des faisceaux de puissances et d'angles solides différents. R. Dongier.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Sanfourche* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur les réactions entre les oxydes gazeux de l'azote et les solutions alcalines.**

Le dosage des vapeurs nitreuses par absorption avec la lessive de soude donne des résultats inexacts ; il y a toujours un excès de nitrate, avec formation de NO par hydrolyse, aux dépens du nitrite. D'autre part, le NO^3H produit à l'état vésiculaire est difficile à retenir. L'auteur a montré que l'absorption par SO^4H^2 est préférable dans les analyses (C. R., t. 172, 1921), à l'absorption par les lessives alcalines employées juqu'ici.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *P. Riou* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions ammoniacales.**

L'auteur apporte des précisions sur la fabrication de la soude à l'ammoniaque, en établissant des diagrammes de vitesse pour des solutions de carbonate d'ammoniaque pur ou mélangé de bicarbonate. Les diagrammes montrent que cette vitesse varie, en fonction de température, avec la concentration en bicarbonate d'ammonium. Les vitesses ont été mesurées, au moyen de la burette de Bunte, en observant le nombre en centimètres cubes de CO^2 absorbés par seconde et par centimètre carré de surface. A. Rigaut.

ENTOMOLOGIE. — *L. Cuénot* et *Raymond Poisson*. **Sur le développement de quelques coaptations des Insectes.**

Chez les formes examinées (Hémiptères aquatiques), les arrangements coaptatifs des hémélytres et des pattes ravisseuses sont préparés avec tous leurs détails chez l'embryon ou la larve, sans aucune réaction mécanique réciproque des régions qui seront plus tard en rapport. Le dispositif préparé, transmis héréditairement, est prêt à jouer son rôle dès la naissance de la larve ou de l'imago.

La perfection de ces petits appareils est disproportionnée à leur utilité qui ne paraît pas d'importance capitale pour l'animal.

— *Jean Bathellier* (prés. par M. Bouvier). **Sur le rôle des soldats de l'*Eutermes matangensis*.**

Les soldats de ce termite possèdent une arme très efficace contre leurs ennemis, représentée par une corne frontale servant de conduit excréteur et éjaculateur à une glande dont la sécrétion est gluante. Les fourmis qui sentent les ouvriers au travail derrière ces soldats groupés en barrière défensive s'en approchent en vain et sont obligées de reculer avant de toucher à la ligne redoutable. A l'abri de cette barrière protectrice, les ouvriers travaillent avec ardeur.

GÉOLOGIE. — *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). **Sur de nouveaux pointements de Trias au Maroc oriental.**

Une étude détaillée de la région a permis à l'auteur de mettre en lumière divers pointements et de suivre sur 80 km. une double crête anticlinale aiguë à laquelle appartiennent ces pointements et qui paraît apte à éclairer le mécanisme d'apparition du Trias dans certains points de l'Atlas saharien.

Il semble que le Trias, en place au centre de l'anticlinal, ait, grâce aux pressions internes qu'il a subies lors du plissement et aux diaclases et failles développées dans les couches qui lui sont sus jacentes, pu s'échapper au dehors. La montée verticale du magma gypso-argilo-salin est tellement évidente qu'elle suggère l'idée d'une action dans laquelle le poids de la masse montagneuse du Maïz doit à lui seul avoir le plus grand rôle.

MICROBIOLOGIE. — *F. Dienert* et *P. Etrillard*. **Existe-t-il des organismes susceptibles de reviviscence dans les roches après stérilisation par la chaleur ?**

Reprenant les recherches de Galippe, les auteurs concluent de leurs essais qu'il semble bien qu'en s'entourant de précautions et en stérilisant les roches à 180° pendant un temps suffisamment long, celles-ci ne contiennent aucun organisme susceptible de reviviscence. P. Guérin.

Séance du lundi 25 septembre 1922

GÉOMÉTRIE DE SITUATION. — *P. Urysohn* (prés. par M. Henri Lebesgue). **Sur la ramification des lignes cantoriennes.**

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Seigle* (prés. par M. Rateau). **Caractéristiques principales des barres d'acier doux préalablement rompues par traction.**

L'auteur rectifie, comme conséquence des essais qu'il a effectués sur des barreaux d'acier préalablement écrouis par traction, l'opinion erronée que l'écrouissage avait rendu le métal cassant, fragile et hétérogène.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L. Eblé* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Mesures magnétiques dans le bassin de Paris.**

Les mesures sont relatives à 41 stations, choisies pour la plupart aux mêmes emplacements que ceux déjà adoptés par Moureaux. Elles concordent sensiblement, à la variation séculaire près, avec celles déjà observées. Ils semble qu'on n'ait pas le droit de supposer que l'anomalie du Bassin de Paris se soit déformée depuis l'époque (1896) où Moureaux l'a mise en évidence. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Alliages de nickel conservant leur rigidité dans un domaine étendu de température.**

Les précédentes recherches de l'auteur (C. R., t. 169, 1919), ont montré que la viscosité des aciers ordinaires et spéciaux était déjà notable, au-dessus de 500°. Des essais systématiques de mesure de viscosité établissent qu'une addition de 15 % de chrome au nickel, relève de 150° le domaine de rigidité ; les résultats sont encore meilleurs avec l'alliage nickel-chrome et tungstène. Industriellement, le ferronickel à 60 % Ni donne, par addition de 15 % de chrome, un alliage résistant, moins visqueux, et partant plus rigide, que les aciers proprement dit à l'état recuit.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. J. Simon*. **Oxydation directe par l'oxygène ou par l'air des éthers d'acides alcools.**

L'auteur apporte à la question de l'oxydation biologique de l'acide lactique un fait nouveau, celui de l'oxy-

dation directe, par l'air ou l'oxygène, des éthers lactiques avec formation d'éthers pyruviques. A froid, l'oxydation est lente, mais elle est plus active à chaud. Ainsi, le lactate de butyle, chauffé à l'air pendant 20 heures, fournit 9 % de pyruvate de butyle. L'oxydation des éthers glycoliques conduit aux éthers glyoxyliques. D'autre part, une oxydation simultanée se produit avec formation d'aldéhyde et de CO^2 ; on retrouve ainsi, avec cette oxydation chimique de ses éthers, les deux modes d'oxydation biologique de l'acide lactique.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *E. Fournier* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la nature et la structure du substratum de la chaîne du Jura.**

Dans les environs de Chazelot, près Rougemont (Doubs), la zone des Avant-Monts est indiscutablement autochtone et elle repose sur un substratum hercynien, comparable d'une part au Massif de la Serre, et d'autre part à la bordure des Vosges Saônoises.

Trois points décisifs sont à retenir, relatifs à la structure des Avant-Monts : 1° le Trias inférieur n'est pas en discordance sur des formations hercyniennes; il repose sur du Permien normal et non métamorphique; 2° l'épaisseur du Permien n'est pas exagérée (341 m.); 3° il n'existe pas, à la base du Permien, de formations pseudo-euritiques, comme à la Serre.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mirande* (transm. par M. Guignard). **Influence de la lumière sur la formation de l'anthocyanine dans les écailles des bulbes de Lis.**

Les seules radiations actives sur le rougissement sont celles de la partie lumineuse du spectre.

Les verres, dont la partie la plus active est l'indigo, donnent le meilleur rougissement, tandis que les verres où le vert est le plus actif sont sans effet sur le rougissement.

Les rayons les plus actifs sont les bleus et indigos; les rayons rouges agissent, mais beaucoup moins; les rayons verts sont sans action.

HISTOLOGIE. — *L. Berger* (transm. par M. Roux). **Sur l'existence d'une glande ovarienne, homologue de la glande interstitielle testiculaire.**

Les organes paraganglionnaires du hile de l'ovaire ont leurs homologues dans les amas cellulaires localisés dans les nerfs sympathiques du hile testiculaire et de l'albuginée ou à leur voisinage. Les amas paranerveux du testicule se continuent avec les éléments interstitiels et suivent toutes leurs variations morphologiques et évolutives. Ils semblent donc former avec eux un ensemble.

Les organes de l'ovaire seraient les homologues de la glande interstitielle du testicule. Comme ils ont, dans l'ovaire, les attributs d'éléments paraganglionnaires, on peut se demander si la glande interstitielle du testicule n'est pas elle-même à considérer comme paraganglion.

MORPHOLOGIE. — *L. Carrère* (transm. par M. Henneguy). **Le dilatateur de la pupille chez les Sélaciens.**

Chez les Sélaciens, le dilatateur de la pupille présente dans sa répartition des particularités intéressantes qui font l'objet de cette Note. La topographie de ce muscle est en relation étroite avec celle du sphincter chez ces mêmes animaux ; il y a une proportionnalité manifeste entre la présence de l'un et l'importance de l'autre.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (transm. par M. Henneguy). **Le ptérygoïde cartilagineux des Urodèles.**

Forcé, dès la période larvaire, par la présence du fascia prétemporal, à se dévier en dehors, le ptérygoïde cartilagineux des Urodèles, inclus dans la paroi interne de la loge temporale, peut, au moment de la métamorphose et chez l'adulte parfait, suivre deux voies : la voie juxtamaxillaire (*Pranodon, Amblystoma punctatum*), ou la voie circumtemporale (*Salamandra maculosa*); et le déterminisme de son trajet semble dépendre de la longueur du maxillaire supérieur et du parcours plus ou moins complexe et recourbé qu'il doit effectuer pour atteindre la face interne et la pointe de cet os.

La voûte palatine des Urodèles passe par deux phases, une première larvaire, pisciforme, une deuxième définitive où les éléments de l'arc denté interne, remaniés, soutiennent en dehors l'arc denté maxillaire, devenu prévalent.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Leçons d'Analyse fonctionnelle, professées au Collège de France, par Paul LÉVY, professeur à l'École Polytechnique, avec une préface de M. J. Hadamard, membre de l'Institut. In-8° de 440 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

C'est M. Volterra qui jeta les bases du calcul fonctionnel, en publiant, à partir de 1887, une série d'importants mémoires sur les fonctions des lignes. Ultérieurement, l'éminent géomètre étudia surtout les équations intégrales et intégro-différentielles, édifiant ainsi l'algèbre fonctionnelle. En 1903, M. Hadamard donna les premiers exemples d'équations aux dérivées fonctionnelles, où l'on poursuit la recherche, non plus d'une fonction ordinaire, mais d'une fonction de ligne. L'analyse fonctionnelle était née. Son développement s'affirma du jour où M. Paul Lévy parvint à étendre à ces nouvelles équations la notion d'intégrabilité complète, jetant ainsi, dit M. Hadamard, « la plus vive et la plus féconde lumière sur toute la théorie ». A ce titre, M. Paul Lévy était donc désigné pour présenter aux mathématiciens l'exposé de l'analyse fonctionnelle, à l'état où l'ont amenée ses travaux et aussi ceux du regretté R. Gâteaux, tué à l'ennemi en septembre 1914. Ce dernier avait étendu au nouveau domaine la notion de moyenne : il y avait même généralisé la théorie de l'équation de Laplace. M. Paul Lévy a continué son œuvre, et l'a, sinon achevée, du moins considérablement enrichie.

Donnons brièvement le plan de l'ouvrage. La première partie traite des fondements du calcul fonctionnel. S'il s'impose à l'analyse de préciser, dès le début, la notion de fonction, il est également nécessaire de procéder ici à une élaboration analogue. Distinguer les modes de continuité des fonctionnelles suivant l'extension du champ, en calculer les variations des divers ordres, voilà des problèmes qu'il importe de résoudre, soit au point de vue purement logique, soit à celui des applications pratiques. Dans le premier ordre d'idées, la solution fait un appel indispensable aux travaux de M. Lebesgue : un chapitre a donc été consacré aux fonctions sommables. Au point de vue des problèmes posés par la physique, on peut simplifier les résultats obtenus, à condition de choisir judicieusement les termes

supprimés. L'auteur a présenté avec élégance et clarté ces discussions délicates, qui lui ont fourni l'occasion de rapprochements suggestifs entre les points de vue de divers géomètres : aux noms que nous avons déjà cités, il serait injuste de ne pas ajouter ici ceux de MM. M. Fréchel et Fr. Riesz. — L'auteur passe ensuite en revue la théorie des fonctions orthogonales et des développements qui s'y rattachent, en adoptant le langage géométrique : c'est l'étude de « l'espace fonctionnel » ; cette conception fournit un fil directeur par lequel les équations intégrales apparaissent comme une généralisation des transformations ponctuelles de l'espace ordinaire.

La seconde partie traite des équations aux dérivées fonctionnelles du premier ordre, totales et partielles. Les premières sont régies par des conditions d'intégralité. Elles jouent un rôle important dans la théorie des fonctions de Green du problème de Dirichlet et du problème biharmonique, où M. Hadamard les a rencontrées tout d'abord. L'étude de ces problèmes exige des connaissances préalables, auxquelles l'auteur a consacré des développements spéciaux. Il montre ensuite comment on peut étendre, aux équations aux dérivées fonctionnelles partielles, les notions de caractéristiques et d'intégrale complète, ainsi que la méthode d'intégration de Cauchy.

La troisième partie nous amène au but que Gâteaux avait poursuivi et atteint : généraliser, dans la nouvelle doctrine, les théories de l'intégration. A ce point de vue, l'analyse fonctionnelle tranche essentiellement sur l'analyse ordinaire : dans l'espace fonctionnel, les volumes sont, pour la plupart, nuls ou infinis. On doit donc, en général, substituer à la notion d'intégrale celle de la valeur moyenne. Cette dernière prend alors un aspect tout nouveau : on est conduit par exemple, sous des conditions peu restrictives, à énoncer qu'une fonctionnelle continue dans un volume, y prend presque partout une valeur très peu différente de sa valeur moyenne ; à énoncer également l'équivalence entre l'harmonicité d'une fonctionnelle U et le fait, pour les multiplicités $U=C^{te}$, d'être minima ; etc... Sans insister davantage, mentionnons encore la part faite aux méthodes basées sur l'emploi d'une infinité dénombrable de coordonnées dans l'espace fonctionnel et à la théorie des fonctionnelles harmoniques, notablement différente de sa correspondante en analyse ordinaire.

Notons enfin que M. Paul Lévy n'a pas hésité à donner l'indication d'énoncés probables, mais dont la démonstration rigoureuse n'est pas achevée. C'est là une heureuse initiative : elle captivera de nouveaux chercheurs et les orientera vers des voies vraiment fécondes. G. BOULIGAND.

Essai sur les principes des théories physiques suivi d'une théorie dynamique de la masse, par M. Maxime VINCENT. Un vol, in-12 de 276 pages, Librairie Fischbacher, Paris. — Prix : 25 francs.

D'après l'auteur, l'insuccès de la plupart des théories tient à une double cause :

1° Les théoriciens n'utilisent pas toutes les données de l'expérience ;

2° Ils méconnaissent les règles de la méthode, et lors même qu'ils partent des données immédiates que nous avons sur les choses, ils les laissent peu à peu en chemin et ne retrouvent plus au terme de leur synthèse, que des contradictions ou des concepts vides.

A. Bc.

Modern Electrical theories (*Supplementary Chapters. Chapter XV : series spectra*), par Norman-Robert CAMPBELL. Un vol, in-8° de 110 pages, University Press, Cambridge, 1921. — Prix, relié 10 sh. net.

L'auteur, sir Norman Campbell, a entrepris la publication d'une série de monographies destinées à compléter ou à remplacer son bel ouvrage « Modern Electrical theories » dont une traduction française a paru chez Hermann.

La présente monographie est consacrée aux résultats qu'a fournis l'étude des spectres (spectres lumineux et spectre de rayons X) et à la féconde interprétation des faits que donne la théorie de l'atome proposée par Bohr. Très documentée, rédigée avec précision et clarté elle sera très favorablement accueillie par les physiciens. A. Bc.

Electricité atmosphérique, par B. CHAUVEAU. Premier fascicule : Introduction historique. In-8° de 90 pages. Gaston Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

L'étude de l'électricité atmosphérique a été fort négligée en France, mais il semble qu'il y ait actuellement un mouvement en sa faveur. M. Mathias a distribué récemment aux membres du Comité de Géodésie et de Géophysique un *Rapport sur l'état actuel de l'électricité atmosphérique*, rapport fort bien documenté et indispensable à consulter pour tous ceux qui s'intéressent à cette science. Et voici que M. Chauveau se décide à écrire un traité spécial sur l'ensemble des phénomènes de l'électricité atmosphérique. Nul n'était plus qualifié que M. Chauveau, à la fois par ses recherches très originales que par sa clarté d'exposition, pour entreprendre ce sujet difficile. L'ouvrage comprendra 4 parties. La première partie (introduction historique) a seule paru jusqu'ici. M. Chauveau divise cette étude historique en 3 périodes. La première, de 1750 à 1860, comprend les premières recherches sur l'électricité des nuages, de l'air et de la terre, avec les expériences de Franklin, de Dalibard, de Saussure, de Volta, d'Erman et de Peltier. La deuxième période, qui s'étend de 1860 à 1899, comprend surtout les beaux travaux de Thomson et de l'école allemande, représentée par Exner, Elster et Geitel. Enfin la période actuelle se distingue par l'orientation des travaux vers la conductibilité et l'ionisation de l'atmosphère.

Les fascicules suivants, qui sont annoncés, seront consacrés au champ électrique de l'atmosphère, aux généralités sur les ions, l'ionisation et la radioactivité et à l'ionisation de l'atmosphère. J. ROUCH.

Eléments d'électrotechnique générale, par M. E. BARRÉ, chef de bataillon du génie, docteur ès-sciences répétiteur à l'Ecole polytechnique. Un vol, in-8° de 328 pages, avec 199 figures et des planches, Chiron, éditeur, 40, rue de Seine, Paris. — Prix: 36 fr.

« L'esprit général dans lequel ce cours a été conçu, indique M. d'Ocagne dans la Préface qu'il a écrite pour l'ouvrage, peut se résumer dans ces termes : mettre entre les mains des techniciens non spécialistes, un ouvrage peu volumineux propre à les éclairer de façon sérieuse sur les travaux des spécialistes à la collaboration desquels ils peuvent avoir à recourir et à les mettre à même, le cas échéant, d'intervenir judicieusement dans l'organisation des applications dont ils ont à s'occuper : en un mot les instruire de l'essence véritable des principes et de l'exacte portée de leurs applications, sans les entraîner dans tous les détails dont la connaissance n'importe qu'aux seuls spécia-

listes. Il y a à faire là, dans le choix des matières, un départ délicat dont il nous semble que le commandant Barré s'est on ne peut plus heureusement tiré. »

A. Bc.

Les organes réglants des chronomètres, par J. Andrade. In-16 de 146 pages. Magron, éditeur, Bienne. — Prix : 6 francs.

Cet ouvrage a pour objet l'analyse des organes réglants des chronomètres, de l'origine à nos jours. Plutôt compact et assez difficile à lire pour le non-spécialiste, il offrira cependant au lecteur qui l'aura suivi jusqu'au bout l'occasion de pénétrer quelques-uns des problèmes d'apparence si simple que soulève la construction des montres et dont certains ont attendu jusqu'en 1919 leur véritable solution.

Conçu sur le plan historique, l'ouvrage expose (chap. I) les premières découvertes des chronométriers anglais et de Pierre le Roy. Après les créateurs, arrivent les théoriciens, dont l'un, Philipps, découvre la plus grosse des perturbations de l'isochronisme, laquelle avant ses calculs, avait échappé à l'attention des horlogers. Les travaux de Philipps sont résumés et commentés, ainsi que ceux de Casparri sur la méthode d'isochronisme de Leroy (chap. II).

Le chap. III est consacré à la chronométrie physique. Pendant deux cents ans, la bague bimétallique d'acier-laiton avait été l'unique et invariable organe de la compensation. Or l'hétérogénéité des organes réglants est, pour un vrai physicien, une cause d'imprécision : aussi est-ce un progrès comparable à celui réalisé par les chronométriers britanniques que l'obtention par M. Guillaume d'aciers au nickel, permettant d'associer au spiral monométallique un balancier également monométallique tel que le changement du moment d'inertie avec la température compense les variations de la dilatation et de l'élasticité du spiral.

Les deux derniers chapitres ont trait aux recherches personnelles de M. Andrade sur les associations de spiraux permettant d'exercer sur un balancier un couple pur et par suite d'étudier dans les meilleures conditions les lois admises dans le réglage. Il serait même possible d'étudier les spiraux plats, dont les lois sont à l'heure actuelle encore mal connues. Les méthodes imaginées dans un but chronométrique peuvent même s'appliquer à des problèmes dont le lien avec la chronométrie paraît de prime abord plutôt lointain, comme la mesure des résistances de roulement et la détermination expérimentale des frottements de glissement. C'est la meilleure preuve de la fécondité de ces méthodes.

A. F.

De l'anaphylaxie à l'immunité, par Maurice Arthus, professeur à l'Université de Lausanne. In-8° de 361 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ce livre n'a pas été écrit pour apprendre aux étudiants ou aux jeunes biologistes ce que c'est que l'anaphylaxie et l'immunité, mais bien pour leur montrer comment on mène à bonne fin l'étude expérimentale approfondie d'un sujet donné. Dans ce but l'auteur a rassemblé tous les résultats expérimentaux qu'il a recueillis sur l'anaphylaxie, les protéotoxies, les envenimations, l'anaphylaxie-immunité et les sérums antivenimeux, durant les douze dernières années ; il les a groupés et commentés de manière à mettre en évidence la signification exacte, la valeur relative de chacun des éléments de son œuvre. « dans la longue série de faits qui conduisent de l'étude de l'anaphylaxie à l'étude de l'immunité. » Cette sorte de cahier de laboratoire avec exposé des hypothèses motivant l'expérience et discussion des résultats fournis par celle-ci, servira de modèle à tous ceux qui débutent dans l'expérimentation physiologique, d'autant mieux que l'auteur a pris soin d'écrire à leur intention une remarquable préface de 27 pages, qu'il faudrait citer tout entière, tant elle abonde en « directions claires et précises » qui déblaieront la route des jeunes gens décidés à consacrer leur vie à la conquête de la vérité scientifique.

A. B.

Les protéines et la théorie de leurs propriétés colloïdales par J. Loeb. In-8° de 292 pages. Mc. Graw-Hill C°, éditeurs. Londres, 1922.

Voici comment l'auteur envisage cette importante question, se basant sur de multiples expériences, qui sont rapportées en détail dans son ouvrage. Chiffres, formules et courbes ne se prêtant pas à l'analyse, nous ne pouvons rendre compte que des idées maîtresses ; mais le texte devra être lu de près par tous ceux qui s'intéressent au problème — et ils sont nombreux.

D'après la conception courante, l'unité colloïdale n'est pas l'ion ou la molécule, mais bien la micelle, amas d'ions ou de molécules. De tels amas sont incapables de se combiner aux électrolytes, suivant la loi des proportions définies ; leur surface les adsorbe simplement, selon certaines règles, que traduit la formule empirique de Freundlich. L'auteur n'admet pas cette conception. Pour lui, si l'on mesure la concentration en ions H des solutions protéiques, on voit que la combinaison avec les acides et avec les alcalis suit les mêmes principes que celles des cristalloïdes. Tant que l'on a invoqué une chimie spéciale, ajoute-t-il, on n'a pu rendre compte des propriétés physiques des colloïdes (au moins des matières protéiques, qui sont seules étudiées ici).

En 1910, Donnan a formulé une théorie de l'équilibre de deux solutions d'électrolytes, séparées par une membrane, laquelle laisse passer tout, sauf une espèce d'ions. Procter et Wilson ont invoqué cette conception, pour expliquer le gonflement de la gélatine. En réalité, elle explique toutes les propriétés des colloïdes, quand on démontre, préalablement, que les protéines forment de véritables sels ionisables, avec les acides et les alcalis.

L'auteur ne considère son travail que comme une première approximation. Dans ce travail, il établit, d'abord, que les réactions des matières protéiques suivent la loi des proportions définies ; puis, il développe mathématiquement la théorie de Donnan, appliquée aux colloïdes. Il conclut que toute théorie qui voudra remplacer celle-ci, devra expliquer, au moins aussi bien qu'elle, les courbes qui traduisent l'influence de la concentration en ions H, de la valence des ions et de la concentration des électrolytes, sur les propriétés des colloïdes. Elle devra, aussi, expliquer les courbes, *pour toutes les propriétés :* charge électrique, pression osmotique, gonflement, viscosité, stabilité des solutions, puisque toutes ces propriétés sont affectées de la même façon par les électrolytes. Donc, il n'y a pas de chimie spéciale des colloïdes, mais un équilibre inconnu de la chimie classique.

Telles sont les idées de l'auteur. Nous ferons remarquer que, dans son excellent ouvrage, J. Duclaux envisage aussi les colloïdes au point de vue chimique. Il conserve, toutefois, l'adsorption, en lui enlevant son caractère mystérieux. Résumant les idées de Duclaux, pour expliquer certains problèmes biologiques, nous

nous sommes permis de souligner encore le point de vue chimique et d'approfondir davantage la théorie de l'adsorption, pour la rendre conforme aux principes « classiques ». Il nous semble que tout cela pourrait s'accorder avec les travaux de J. Lœb, dont nous tenons à proclamer l'intérêt et la nouveauté. M. NICOLLE.

Practical physiological chemistry, par PHILIP B. HAWK, professeur de chimie physiologique au Jefferson Medical College de Philadelphie. 7e *édition*. In-8°, 675 pages avec 6 planches en couleurs et 192 figures, P. Blakiston's Son and Co. Philadelphie, éditeurs. — Prix : 5 dollars.

Il y a trois ans à peine, à propos de sa sixième édition, nous avons dit tout le bien que nous pensions de cet excellent manuel ; nous n'y reviendrons pas et nous nous bornerons à faire connaître aux lecteurs de la *Revue Scientifique* les améliorations dont cette septième édition a été l'objet.

En raison des progrès incessants de la biochimie, l'auteur a été amené, pour accorder plus de place à l'étude des méthodes nouvelles, à supprimer ce qui avait trait à des procédés peu usités ou au contraire à des notions maintenant traitées dans d'autres enseignements. Cela lui a permis notamment d'exposer avec tous les développements utiles la technique nouvelle de l'analyse du sang et des urines et les connaissances nouvellement acquises sur l'acidose, les vitamines, et les avitaminoses. En un mot, M. P.-B. Hawk n'a rien négligé pour que son livre soit vraiment « up-to-date ».

C'est d'ailleurs parce qu'il est parfaitement au courant des plus récentes méthodes biochimiques appliquées dans les laboratoires des Etats-Unis que nous le signalons particulièrement à nos lecteurs.

L'activité que les Américains ont pu déployer, même pendant la guerre, leur a permis de prendre sur nous, dans certains domaines, une avance incontestable ; pour rattraper le temps perdu, il est indispensable que nous nous mettions de suite au courant des méthodes nouvelles dont les savants américains ont enrichi la technique biochimique. L'exposé si clair que nous en donne M. Hawk nous est très précieux à cet égard et nous donne le moyen de mettre sans tarder à profit les procédés dont nous aurons reconnu la commodité et la précision. A. BERTHELOT.

Insect pests of farm, garden and orchard, par E. DWIGHT SANDERSON. *Deuxième édition* revue et augmentée avec la collaboration de Leonard MARION PEAIRS. 1 vol. in-8°, relié, de 707 pages, avec 604 figures. John Wiley and Sons, New-York, et Chapman and Hall, Henrietta Street, 11, Covent Garden, London W. C. 2. — Prix : 26 sh.

Depuis longtemps déjà le gouvernement des Etats-Unis a organisé méthodiquement la lutte contre les insectes nuisibles ; forts de son appui et de celui de nombreuses associations agricoles et industrielles, les entomologistes américains, bien pourvus de moyens de travail, ont obtenu des résultats très intéressants. Ce sont ces résultats, complétés par des notions précises et assez étendues d'entomologie appliquée, que MM. Sanderson et Peairs ont exposés dans l'ouvrage que nous présentons à nos lecteurs.

Les six premiers chapitres sont consacrés aux généralités biologiques, aux insectes qui détruisent les espèces nuisibles, aux insecticides et aux procédés de pulvérisation et d'enfumage, les vingt-deux autres traitent des insectes qui attaquent chaque catégorie des produits de la ferme, du jardin et du verger, voire même de ceux qui nuisent à l'homme, aux animaux domestiques, à la volaille, au mobilier, aux denrées alimentaires et aux vêtements.

En spécialistes avertis de la parasitologie agricole, les auteurs ne se sont pas contentés de donner dans chaque chapitre des indications précises sur l'histoire naturelle et les ravages des espèces étudiées, ils ont aussi exposé tout ce qu'il est utile de savoir pour s'en débarrasser. Malgré la différence de climats et de conditions biologiques, les nombreuses personnes qui, chez nous, s'intéressent à la lutte contre les insectes nuisibles liront avec intérêt le manuel de MM. Sanderson et Peairs, d'autant mieux qu'il est très riche en indications bibliographiques, surtout américaines, et fort bien illustré de nombreuses gravures, parmi lesquelles abondent de bonnes reproductions photographiques dont un grand nombre proviennent de l'important U. S. Bureau of Entomology. A. B.

L'Art et l'Histoire, par Paul LORQUET, professeur au lycée Janson-de-Sailly. In-16 gr. jésus de 302 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Ce n'est point un Traité d'art que nous donne M. Lorquet, mais des impressions personnelles souvent très justes, parfois, aussi, critiquables, particulièrement au point de vue philosophique.

Que peuvent bien signifier ici, par exemple, ces attaques contre les religions ? Ce n'est ni d'un écrivain impartial, ni même d'un philosophe. Il eût dû se souvenir du grand rôle des religions dans l'épanouissement de l'Art, je dirai même plus, dans sa naissance, car l'Art est né des croyances religieuses. Que seraient l'art hindou, l'art égyptien, l'art grec si ces peuples n'avaient eu aucune croyance. Les religions ont quelques titres à l'indulgence de M. Lorquet.

Ces critiques formulées, je me plais à reconnaître que l'auteur a écrit, dans un excellent style, un livre intéressant dont la deuxième partie est, à mon avis, la meilleure. C'est celle qui traite des arts proprement dits : gravure, peinture, sculpture, architecture, arts mineurs, musique, danse, et qui se termine par un curieux chapitre, sur les arts du goût, du toucher et de l'odorat, sens qui éprouvent des sensations esthétiques, comme la vue et l'ouïe.

La troisième partie est consacrée aux grands peuples de l'art en tête desquels l'auteur place « Quatre peuples souverains », l'Egypte, la Grèce, l'Italie et la France. Attribution que trouveront peut-être arbitraire, la Perse, l'Inde et le Japon.

L'ouvrage se termine par des considérations trop brèves sur les arts préhistoriques. Les sculptures magdaléniennes de la Dordogne et les superbes peintures de cette époque, découvertes à Altamira, demandaient quelques bonnes pages sur la naissance de l'Art. Un beau sujet à traiter pour un Philosophe.

M. Lorquet devra se méfier des embûches de la Préhistoire. Ainsi, il écrit : « Les arts mêmes de la Préhistoire, témoins au Paléolithique de l'unité primitive, annoncent déjà au Néolithique, la divergence ». Or, aucune manifestation artistique n'a pu être encore découverte au Néolithique, et la poterie elle-même ne semble bien n'être apparue qu'en même temps que la civilisation concomitante du métal. L. FRANCHET.

Les principaux résultats des nouvelles fouilles de Suse, par P. CRUVEIHIER. In-18 de 154 pages. P. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Cette étude qui est consacrée aux travaux effectués

à Suse dans les années qui ont immédiatement précédé la guerre, n'a pu être publiée qu'avec un notable retard en raison précisément de la grande catastrophe mondiale. L'auteur ne pouvant englober dans ce petit livre une analyse de tous les riches documents qu'ont donnés les fouilles, ne présente au lecteur que ceux qui lui ont paru offrir le plus d'intérêt au point de vue de l'histoire, de la religion, du droit et de la philosophie.

Les documents écrits ont fourni, au point de vue de l'histoire, des renseignements moindres que les documents archéologiques qui ont tout d'abord permis de montrer le développement, déjà très important, de la civilisation des premiers Susiens. Dans les arts industriels, la céramique, dont M. Pottier a publié une si remarquable étude, occupe la première place : elle montre que la stylisation avait déjà atteint un degré si avancé qu'il est impossible d'émettre, même une hypothèse, sur ce que fut la céramique primitive.

Les inscriptions glyptiques ont cependant donné de précieuses indications relatives à l'histoire proprement dite. Au point de vue religieux, peu de renseignements nouveaux ont été trouvés sur In Susinak, la grande divinité de Suse ; aucun temple n'a été trouvé suffisamment bien conservé pour nous permettre de juger l'architecture religieuse.

De même les nouveaux textes trouvés n'ont pas apporté, dans le domaine juridique et économique, de faits autres que ceux qu'avaient fournis le code Hammourabi, rédigé en babylonien, sur une stèle en diorite. A défaut de nouvelles découvertes, à Suse, dans cet ordre d'idées, M. Cruveihier analyse deux tablettes de Niffer dont la traduction a été faite par le P. Scheil et termine ce chapitre par une étude sur les unités pondérales dans le monde assyro-chaldéen.

Enfin les nouvelles fouilles de Suse ont apporté une importante contribution à l'étude de la langue anzanite et de l'écriture protoélamite. L. Fr.

Culture générale, Méthode scientifique, Esprit scientifique, par Louis Favre. In-12 de 155 pages. Paris, Costes, 1922. — Prix : 6 francs.

Il est difficile de résumer ici ce que l'auteur appelle des résumés qui ont été rédigés pour une communication au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, session de 1921, tenue à Rouen. Le but de ce travail tend à donner une vue d'ensemble des notions qu'un enseignement visant à être efficace doit s'essayer à fournir. Un tel enseignement doit former des esprits aptes à prendre possession de la vérité dans les différents domaines de la théorie et de la pratique, dans l'exercice de la profession comme dans les faits de la vie courante. Ces esprits auront leur plus-value sociale car la culture, entendue comme la comprend l'auteur, est à la fois culture physique, intellectuelle, esthétique et morale. Batcave.

La Vie de la Matière, par le Docteur V. Galippe et Mme G. Souffland. In-8° de 115 pages. Imprimerie Bouchy, 11, rue Hélène, Paris.

Le docteur Galippe, mort récemment, a eu des idées très personnelles, et très discutables, sur l'origine de la vie et sur la vie de la matière. Il prétendait que ces deux termes « vie et matière » sont inséparables, que la matière est vivante, et qu'elle conserve cette propriété aux états solide, liquide et gazeux. En collaboration avec Mme Souffland, il a fait de nombreuses expériences en vue de prouver que quand une roche ou un minerai sont réduits en poussière, cette poussière, mise au contact avec de l'eau et des matière organiques, donne naissance à des microorganismes rudimentaires qui seraient le point de départ d'êtres de plus en plus compliqués. Il a résumé dans le présent volume ses recherches expérimentales sur la présence, dans les fossiles, les météorites, les pierres dures, les minerais, le quartz, le granite, le basalte, les cendres et les laves volcaniques, d'organites susceptibles de culture et de multiplication et résistants aux hautes températures. A. Drz.

La structure des Théories déductives, par Louis Rougier, professeur agrégé de philosophie, docteur ès-lettres. In-16 de xv-136 pages (Bibliothèque de philosophie contemporaine). Alcan, éditeur, Paris.

La logique formelle est parvenue aujourd'hui à un haut degré de précision et d'exactitude. Toutefois, dit l'auteur, les manuels ne cessent de reproduire les arguties et les subtilités de l'Ecole.

La logique de l'Ecole se réduit à l'étude des classifications. Elle ramène la théorie du jugement à la théorie des jugements d'inclusion, l'étude du raisonnement aux influences immédiates et à la considération, souvent fallacieuse, des figures, des modes concluants, des formes composées et imparfaites, du syllogisme catégorique, hypothétique et mathématique. De là, source d'une quadruple erreur : 1° tout jugement simple est prédicatif ; 2° le raisonnement déductif se ramène au syllogisme ; 3° mais à côté de celui-ci existe l'induction ; 4° à côté de la démonstration par déduction il faut recourir à l'induction et à des procédés extralogiques susceptibles de procurer une évidence intuitive.

Première erreur : les arguments d'inclusion et de prédication ne sont qu'une espèce de jugement de relation. Deuxième erreur : voulant faire entrer le raisonnement déductif dans le syllogisme, on fausse l'entendement du mécanisme des sciences déductives. Le syllogisme appelle l'induction, le premier allant du général au particulier et la seconde procédant en sens inverse ; de là le raisonnement analogique allant du particulier au particulier, d'où la troisième erreur. Mais ces opérations sont critiquables. Il y a trois espèces de raisonnements : déduction, induction et syllogisme, à majeure synthétique auquel se ramène le raisonnement analogique. L'induction baconienne est la généralisation hypothétique d'une constatation singulière, empirique ou intuitive et, dans le raisonnement analogique, une association d'idées par ressemblance. La quatrième erreur se lie étroitement à la manière traditionnelle d'exposer la méthodologie. Celle-ci repose sur la distinction abandonnée par les mathématiciens, mais conservée par les philosophes, des axiomes ou notions communes et des postulats ou actions propres qu'elle traite comme indémontrables par nature. Mais là est la question. L'auteur substitue à l'antique distinction des axiomes et des postulats celle de principes logiques et des principes propres des sciences spéciales. De ceux-ci, il en est trois sortes : postulats d'existence, principes formateurs, axiomes de relation. Ces principes formateurs permettent, en partant des postulats d'existence d'une théorie, de construire par récurrence des objets nouveaux, de plus en plus complexes, au sujet desquels on démontre des théorèmes nouveaux, de plus en plus généraux, la démonstration ne consistant jamais à combiner syllogistiquement des principes universels entre eux, mais à combiner logiquement des objets en appliquant ces principes à ces combinaisons.

Louis Batcave.

Le problème financier russe. La dette publique de la Russie, par Arthur RAFFALOVICH, correspondant de l'Institut ; Paul APOSTOL, docteur ès-sciences économiques ; Alexandre MICHELSON, professeur à l'Université de Moscou ; BENATZKY, ancien ministre des finances ; NOVITSKY, ancien sous-secrétaire d'Etat aux finances. In-8° de 228 pages. Payot, éditeur, Paris, 1922. — Prix : 12 francs.

La Russie devait avant la guerre : 8.691.500.000 roubles pour la dette d'Etat ; 4.283.000.000 pour la dette de garantie. La dette de guerre est devenue 13 milliards 460.000.000 dette à long terme ; 3.000.000.000 dette à court terme ; 7.680.459.833 dette extérieure. Pour les dettes de guerre la France est créancière de 3 milliards 950.000.000 de francs ; l'Angleterre, de 568.300.000 livres sterling et les Etats-Unis de 282.136.011 dollars. Les Soviets répudient ces engagements alors que, durant la guerre de Crimée, la Russie s'était piquée de payer les intérêts des sommes par elle dues à l'Angleterre et que de 1812 à 1815, empêchée de se libérer envers ses créanciers par les suites de la guerre, elle eut à cœur, aussitôt qu'elle le put, de payer les intérêts des intérêts. De là le crédit très affermi de cette puissance. La situation actuelle, si elle est critique pour les créanciers, ne doit pas inspirer des craintes exagérées. L'empire russe, en effet, possède 549 millions d'hectares de bois, dont 395 millions sont la propriété de l'Etat, sur les 1166 millions qui desservent le marché international du bois. Le capital investi dans le réseau d'Etat des chemins de fer et le réseau concédé représentent respectivement 5.389.093.195 et 1.945.376.031 roubles or. Le régime soviétique a, il est vrai, désorganisé le fonctionnement d'un organisme qui procurait à l'Etat des bénéfices importants. La circulation monétaire créée par les Soviets ne peut être assainie. L'encaisse de 843 millions de roubles or en 1900 était passé à 1.695 millions en 1914 ; il a servi de gage aux divers gouvernements et a été dilapidé par les Soviets. Les chiffres font bien défaut, mais le fait des emprunts réclamés par les Soviets est significatif. Dès lors il n'est pas possible de penser à l'amélioration des finances russes soviétiques. Louis BATCAVE.

Science, Technique et Industries photographiques, revue illustrée de la presse photographique, de la presse scientifique et des brevets d'invention, en France et à l'étranger, résumés par L.-P. CLERC. Tome I (1921). 1 vol. 21×27 cm. de XII-112 pages. Paul Montel, éditeur, 35, boulevard Saint-Jacques, Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

Depuis le début de l'année 1921, la *Revue française de photographie* publie, dans chacun de ses numéros bi-mensuels, un supplément dans lequel M. Clerc résume tous les mémoires originaux concernant la technique photographique, la théorie physique ou chimique des diverses opérations, et tous les applications scientifiques de la photographie. La réunion de ces suppléments avec une table méthodique des matières forme un volume contenant plus de 600 articles : cette abondante documentation sera utile à tous ceux qui désirent se tenir au courant des travaux effectués dans les laboratoires de recherches du monde entier ou appliquer dans les meilleures conditions, pour leurs travaux industuriels ou scientifiques, les données les plus modernes de la science photographique.

E. C.

Turbines à vapeur, par M. POINCET, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Professeur à l'Ecole d'application du Génie Maritime (*Encyclopédie de Mécanique appliquée*, publiée sous la direction de M. Lecornu, Membre de l'Institut). In-8° de 340 pages, avec 182 figures et un diagramme encarté donnant le réseau entropique de la vapeur d'eau. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1922. — Prix : 35 francs.

Dans cet ouvrage, M. Poincet a reproduit, en les complétant, les leçons qu'il professe à l'Ecole d'Application du Génie Maritime. L'auteur a voulu présenter au lecteur d'abord des notions générales claires et précises sur le rôle des différentes parties constitutives des turbines, ensuite des descriptions détaillées des divers types de turbines.

L'ouvrage s'adresse surtout à des techniciens qui sont spécialisés dans l'étude de ce genre de moteurs, mais il sera lu aussi par tous ceux qui s'intéressent à cette question dont l'actualité est incontestable.

A cet effet, M. Poincet a résumé dans un premier chapitre les notions de thermodynamique indispensables pour la lecture de son ouvrage.

Il expose ensuite le fonctionnement des organes des turbines, les pertes inhérentes dans un régime donné et le calcul des avant-projets et projets définitifs. Après avoir donné une classification et une description des diverses turbines, il étudie les applications à la propulsion des navires et à la conduite des génératrices électriques.

Un chapitre est consacré aux turbines à gaz et un autre à l'étude détaillée de diverses questions particulières concernant les turbines. A. A.

L'Enigme du Rhin. *La stratégie chimique en temps de paix et en temps de guerre,* par le major Victor LEFEBURE, fellow de la Société de chimie de Londres, préfaces de M. le maréchal FOCH et du maréchal sir Henry WILSON, chef de l'état-major impérial britannique. In-8° de 246 p. (*Collection de mémoires, études et documents pour servir à l'histoire de la guerre mondiale.*) Payot, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

L'auteur qui, durant la guerre, avait qualité d'agent de liaison entre les armées alliées, raconte ce que fut la bataille des gaz, comment les Allemands, prêts à épuiser tous les moyens pour gagner la partie, ne répugnèrent pas à intoxiquer les soldats alliés, comment aussi leurs adversaires surent leur répondre. Comment ne pas rappeler, ici surtout, le « caractère officiel » et les « remarquables études de chimie organique dont les résultats brillants devaient avoir une influence profonde sur les futures initiatives françaises en matière de chimie de guerre » dues à M. Moureu (p. 95). La grande offensive allemande de 1918 était basée sur une lutte chimique et 50 pour cent des obus étaient chargés de gaz et de matières toxiques.

Ce danger chimique le traité de Versailles l'a ignoré, qui se borne à interdire la fabrication des gaz asphyxiants et substances toxiques en Allemagne, sans accompagner cette défense d'un contrôle et de pénalités en cas de violation. Or les Allemands soutiennent l'*Interessen Gemanschaft*, entreprise de chimie organique la plus considérable du monde. En face de cette mobilisation de paix, que font les alliés de leurs usines. En France, à tout le moins, elles sont quasi abandonnées.

Plus que la découverte de petits dépôts d'armes cachés, le contrôle aurait dû viser la fabrication chimique, car telle est l'*Enigme du Rhin!* En effet, dit

le major, les alliés raisonnent encore d'après la conception militaire de 1914 et la méthode de 1918 a marqué cependant le progrès considérable d'un siècle ! Que fait la France en présence de ce danger ? Les Etats-Unis qui attribuent le quart de leurs pertes à la chimie allemande ont, avec leur sens pratique, créé un « service de guerre chimique » spécial, à côté de leurs services d'infanterie et d'artillerie. La conclusion est qu'il nous faut une école de chimie spéciale et une fabrication de produits égale à celle de l'Allemagne.

Le maréchal Foch dit avec raison dans sa préface : privée d'une partie de ses moyens de lutte, l'Allemagne intensifiera son système d'attaque de guerre chimique et cette guerre ne sera-t-elle pas renouvelée par les progrès de l'aviation, le transport par la voie de l'air des substances toxiques. Le défunt maréchal Wilson ajoute qu'on ne saurait assez partager l'anxiété patriotique de l'auteur compétent de ce livre, combattant l'ignorance qui s'affirme trop de ce mode, perfectionné et se perfectionnant, de combat. Louis BATCAVE.

La Guerre future, par le capitaine GLASSON. In-8° de 121 pages. Attinger, éditeur, Paris, Neuchâtel, 1922. — Prix : 4 fr. 50.

L'auteur, ancien commandant de la 6e compagnie du régiment de marche, ancien attaché à la mission militaire de Berlin (général Dupont), ne craint pas d'écrire : « Le sentiment général (est) que la paix actuelle est une simple suspension d'armes et que la guerre est plus ou moins proche » ; aussi les états-majors travaillent-ils partout à mettre en formules nouvelles la doctrine qui se dégage de l'expérience de la dernière guerre.

Il importe, à son avis, de continuer le perfectionnement et la multiplication de l'armement au moins de façon aussi intensive que pendant la guerre ; de préparer la mobilisation des forces nécessaires à l'alimentation du front mondial, où se développe l'action par les armes et l'action intellectuelle ; d'orienter la politique des crédits dans le sens favorable à l'intérêt national : expansion pacifique, défense tant offensive que défensive.

L'objectif stratégique assigné aux commandants supérieurs belligérants est la destruction morale des forces de l'adversaire ; la guerre terrestre sera traitée par l'offensive stratégique ; l'extension considérable de la notion stratégique d'arrière doit déterminer l'attaque des arrières par de puissantes actions aériennes.

Il importera de s'assurer la supériorité numérique autant que possible, l'organisation parfaite de la guerre, la surprise tant tactique que technique, la supériorité des forces.

L'auteur termine en donnant ses vues sur l'organisation des forces que la nation peut mobiliser pour réaliser au mieux ses buts de guerre.

Louis BATCAVE.

L'Azote. *La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel,* par L. HACKSPILL. Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg. In-16 de XII-272 pages. (*Encyclopédie Léauté,* 2e série). Masson et Cie et Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 14 francs.

M. Hackspill dont la compétence est bien connue et qui a été chargé de missions de contrôle chimique en Allemagne, depuis l'armistice, a été conduit comme beaucoup d'autres à étudier complètement la question de l'Azote. Il fut un temps où ceux qui voulaient pousser cette étude un peu loin souffraient de la pauvreté de la documentation du domaine public : tout ce qu'on savait de précis sur les procédés de synthèse de l'ammoniaque était condensé dans des rapports officiels maintenus secrets et qu'il était à peu près impossible de se procurer. Malgré de nombreuses publications techniques et économiques cette situation s'est prolongée chez nous très longtemps. Cependant les spécialistes, encouragés par les divulgations du Nitrogen Products Comittee, jugent maintenant qu'ils peuvent publier tout ce qu'ils savent. Nous l'avons déjà signalé à propos de communications faites à la Société des Ingénieurs civils ; le livre de M. Hackspill est un nouvel et bel effort pour vulgariser la question de l'Azote.

Nous n'entendons pas dire que cet ouvrage est destiné spécialement au grand public et qu'il se lit comme un roman. C'est un ouvrage de mise au point scientifique et industrielle qui classe, ordonne, compare, critique une abondante documentation. Mais les chimistes qui n'auront pas eu le besoin ou les loisirs de faire un travail analogue, tous ceux qui voudront connaître l'état actuel de la question seront reconnaissants à M. Hackspill des documents qu'il apporte. Ceux qui sans être des professionnels ne sont pas rebutés par quelques formules mathématiques et ont conservé de leur formation scientifique quelque idée des lois de la mécanique chimique pourront facilement suivre M. Hackspill dans son exposé très sobre, très clair et très précis. La question est immédiatement posée à son point de vue actuel : l'importance agricole des engrais azotés.

M. Hackspill négligeant l'étude un peu détaillée des nitrates naturels traite spécialement des procédés de fixation de l'Azote. Il nous semble dommage que l'auteur se soit ainsi volontairement limité : outre l'importance de l'industrie nitratière chilienne par l'étendue et la nature des gisements, il se pose dans la purification du « caliche » un certain nombre de problèmes qui cependant sont bien faits pour tenter un chimiste physicien. Nous pensons que c'est seulement pour ne pas surcharger son ouvrage que dans ce livre sur l'Azote, l'auteur étudie seulement les procédés de synthèse, du moins en ce qui concerne la fabrication.

Il les étudie dans l'ordre suivant : nitrures, cyanures, cyanamide calcique, ammoniaque, oxydes de l'azote.

Dans chaque chapitre, après avoir fait l'historique et avoir souvent précisé des questions de priorité, M. Hackspill examine le point de vue théorique et passe en revue les divers procédés proposés, essayés, mis en œuvre. Des figures, des schémas très clairs complètent le texte, la bibliographie est soigneusement mise en notes, en sorte qu'on possède maintenant un répertoire critique particulièrement précieux de la documentation sur le sujet. L'auteur montre nettement l'influence des études théoriques sur les perfectionnements des méthodes de synthèse.

Les lois de la mécanique chimique ont été appliquées à ces problèmes expérimentaux en précédant ou en accompagnant l'expérience et c'est sans doute la meilleure preuve qu'on puisse fournir de l'influence heureuse de la théorie sur la chimie moderne.

Naturellement dans ces chapitres, la synthèse de l'ammoniaque à partir des éléments occupe une place prépondérante, et cela est parfaitement justifié. M. Hackspill connaît bien les usines de la Badische et nous retrouvons dans son livre une description fort attachante de l'usine d'Oppau, description critique, peut-on dire, où on découvre progressivement la raison

des installations colossales. La chimie de la fabrication du mélange hydrogène-azote est exposée avec un soin tout particulier : c'est un de ces cas où on connaît les tendances de l'auteur vers les considérations théoriques qui éclairent tout le problème chimique. La catalyse elle-même n'est naturellement pas négligée dans cet exposé.

Cette partie de l'ouvrage est certainement ce que nous avons lu de meilleur sur le procédé Haber. Cependant l'auteur fait une place convenable aux essais persévérants de M. Guichard, en France, pendant la guerre et aux tentatives américaines, anglaises et italiennes. Il fait nettement ressortir qu'au point de vue synthèse de l'ammoniaque, le procédé Haber est resté supérieur à tous les autres par la modicité du prix de revient de l'Azote fixé mais qu'on doit encore attendre des perfectionnements soit des ingénieurs de la Badische, soit de chercheurs isolés comme M. G. Claude dont les travaux récents sont exposés. Peut-être, de ce côté, l'auteur aurait-il pu nous renseigner d'une manière plus développée sur la façon dont M. G. Claude aborde le problème de l'hydrogène.

Signalons une documentation intéressante sur les sels ammoniacaux et l'urée qui montre tout le parti qu'on peut tirer, au point de vue des engrais, de l'ammoniaque synthétique. Espérons que dans une édition ultérieure l'auteur fera une place, à propos de l'urée, aux beaux travaux récents de MM. Matignon et Frejacques.

La synthèse des oxydes de l'Azote, les divers procédés de l'arc électrique, la condensation des vapeurs nitreuses sont exposés suivant la même méthode que la synthèse de l'ammoniaque. On y voit clairement que ce procédé encore perfectible (on est loin du rendement théorique), est bien adapté à l'utilisation des kilowatts-heure hydroélectriques très peu coûteux.

Enfin l'étude des procédés industriels se termine par un exposé de l'oxydation catalytique de l'ammoniaque et de la fabrication de l'acide nitrique. Tout ce qui est connu sur ces questions peut être retrouvé dans ces pages.

L'auteur se heurte ensuite à la comparaison des divers procédés de fixation de l'Azote au point de vue du prix de revient. Il nous avertit bien qu'il s'attaque à un travail redoutable : tous les éléments des prix de revient sont si essentiellement variables d'un moment à l'autre, d'un point à un autre, d'un produit azoté à un autre qu'on ne peut rien dire d'absolument définitif. Il lui est assez facile de conclure que dans les conditions normales de prix de l'énergie électrique et de prix du charbon c'est le procédé de synthèse de l'ammoniaque qui conduit dans les meilleures conditions à l'azote engrais. Mais il aurait été intéressant que M. Hackspill, dans cet exposé impartial, prenne parti dans la comparaison du procédé Haber et du procédé Claude. Les chiffres qui ont été récemment publiés, pour la première fois, pensons-nous, lui permettront sans doute, dans une autre édition, de préciser ce qu'il énonce aujourd'hui en ces termes : « on a pu s'apercevoir que les sympathies de l'auteur vont à la synthèse de l'ammoniac et spécialement au procédé Claude, tout au moins en ce qui concerne la synthèse elle-même ». Il ajoute toutefois, en pensant au procédé de l'arc, qu'une augmentation relativement peu importante du rendement en vapeurs nitreuses permettrait au procédé de l'arc de fournir de l'acide nitrique concentré à un prix défiant toute concurrence. « Il semble bien, en effet, que ce soit le sentiment général en ajoutant « pour des prix très faibles du kw-h. » En somme, la solution paraît être : en général, synthèse de l'ammoniaque ; dans des cas particuliers de production d'énergie électrique : procédé de l'arc.

Enfin on lira avec profit un chapitre sur le mode d'emploi des engrais minéraux azotés et la comparaison de leur valeur fertilisante.

Ainsi M. Hackspill nous conduit sans fatigue au terme de son travail. On ne saurait trop en recommander la lecture attentive à tous les hommes éclairés, industriels, agriculteurs, parlementaires qui doivent nécessairement être guidés dans l'étude impartiale de cette grave question.

Il apparaît dans le travail de l'auteur qu'un effort nouveau doit être fait en France pour perfectionner et modifier ce qui a été fait pendant la guerre : il faudra nous rendre indépendants, en ce qui concerne les produits azotés et pour cela créer véritablement une nouvelle industrie.

On ne peut donc que féliciter chaleureusement M. Hackspill de son bon livre que tous ceux qui veulent connaître l'état actuel des industries de l'Azote devront lire et conserver à leur portée comme source précieuse de documentation. R. G.

La goutte d'eau. Culture intensive de la vigne dans le Bas-Languedoc, par E. MAROGER, avec études de R. Poutiers et Bonnet. In-16 de 290 pages avec 24 planches. Société générale d'imprimerie et d'édition. Paris 1922.

Dans cet ouvrage, l'auteur, un praticien de la viticulture, s'adresse à ceux qui cultivent la vigne ; ce n'est donc pas un travail émanant d'un professeur ou d'un rédacteur professionnel ; il est nécessaire de le faire remarquer, car on pourrait être surpris de voir de longues digressions où toute la littérature courante de l'électroculture est examinée ou reproduite en longues citations, où un grand nombre de questions d'agronomie générale sont traitées avec d'importants emprunts à divers auteurs — toujours indiqués — où la question principale : la taille de la vigne et la culture du sol des vignobles ne paraît que dans la dernière partie.

M. Maroger se tenant quelque peu éloigné du mouvement scientifique agricole actif s'est forcément laissé entraîner à se limiter aux résultats de ses études en exposant ses idées personnelles. La partie vraiment originale de son travail mérite de retenir sérieusement l'attention. Contrairement aux usages admis dans le Midi, il a abandonné la taille courte de la vigne, et pratique le palissage sur fil de fer suivant la méthode observée dans le Sud-Est de la France, et de plus, il taille extrêmement long (14 à 18 yeux). Les résultats, au point de vue vigueur et rendement, sont tout à fait intéressants, contrairement aux prévisions de tous les viticulteurs.

La méthode de culture adoptée, avec tant de succès, par l'auteur, depuis de longues années, mérite donc d'être essayée par les propriétaires de vignobles.

L. R.

Guide du Sondeur au pétrole. Géologie appliquée par Victor PETIT. 2e édition. In-8° de 270 pages avec 67 figures. Béranger, éditeur, Paris et De Boeck, Bruxelles.

Contrairement à ce que paraît indiquer le titre, ce livre ne contient aucun renseignement sur les procédés de sondages. Il a en réalité l'aspect d'un petit traité

de Géologie du Pétrole. Il comprend d'abord des chapitres sur l'Histoire et la Géographie du Pétrole.

Plus de 70 pages sont consacrées à remémorer toutes les théories émises sur l'origine du pétrole, l'exposé en est encore incomplet. M. Petit émet l'hypothèse que le pétrole est dû à la « combinaison de l'hydrogène de « l'eau fossile dissociée avec le carbone des matières « végétales distillées ».

La migration du pétrole est au contraire traitée trop rapidement.

Le chapitre consacré à la recherche du pétrole est le plus original ; malheureusement la nomenclature adoptée pour les plissements n'est pas celle de la majorité des géologues (coude souterrain, au lieu de pli couché, etc.)

L'une des règles énoncées : « C'est aux bouts seuls « des anticlinaux qu'on trouve du pétrole exploitable « industriellement », ne paraît pas devoir être unanimement adoptée.

Les exemples de gisements pétrolifères exploités sont uniquement fournis par la Galicie, ils ne se rapportent pas aux gîtes les plus importants.

On pourra donc chercher dans cet ouvrage des renseignements intéressants sur les pays que connaît l'auteur, mais on n'y trouvera pas une étude méthodique de la Géologie du Pétrole. P. L.

Meunerie, boulangerie, pâtisserie, par A. Savoie. In-16 de 396 pages, 23 figures. (*Bibliothèque sociale des métiers*). Doin, édit., Paris, 1922. — Prix : 10 fr.

Ouvrage remarquable par les détails spéciaux qu'il contient sur l'historique de ces métiers, le commerce, l'organisation patronale et ouvrière. C'est une étude de l'évolution sociologique, mais non de la technique de ces professions : il présente l'avantage d'être l'œuvre d'un praticien paraissant bien connaître les habitudes séculaires et les revendications des travailleurs qui les exercent. A ce dernier point de vue il abonde en documents divers tels que lettres, ordres du jour de revendications, dont l'exposé est fait avec soin et avec un plaisir évident : il semble bien qu'ayant vécu au milieu d'eux l'auteur soit qualifié pour apprécier et plaider la cause des ouvriers comme celle des patrons de ces métiers. Des statistiques des salaires dans divers points de la France, de la répartition des boulangers en France, etc., sont données en appendice.

L. R.

Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques, par Emile Perrot, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, et Louis Gentil, Professeur à la Sorbonne. Larose, éditeur, 11, rue Victor-Cousin, Paris. — Prix : 25 francs.

Chargés par M. le Ministre du Commerce et l'Office National des Matières premières du soin de se livrer à une enquête relativement aux productions possibles du Maroc, en ce qui concerne plus particulièrement les plantes utiles aux industries de la droguerie et de la parfumerie, MM. Perrot et Gentil rendent compte, dans cette étude, des observations qu'ils ont faites au cours de leur Mission. Une carte, soigneusement établie, permet de suivre le botaniste et le géologue, successivement de Tlemcen à Rabat par Meknès, et de Rabat à Mogador par Casablanca et Marrakech.

En suivant l'itinéraire indiqué, M. Perrot trace, en des pages d'une attrayante lecture, accompagnées de superbes clichés, l'aspect si varié de la flore. En montrant, avec chiffres à l'appui, l'état actuel des superficies cultivées, il insiste sur l'amélioration qu'il y aurait lieu d'apporter à certaines méthodes culturales, en même temps que de nouvelles cultures pourraient être entreprises. Un chapitre se trouve réservé aux plantes utiles spontanées ou dont l'introduction au Maroc peut être conseillée.

M. Gentil, dont le nom est inséparable de l'histoire géologique du Maroc, expose la constitution du sol et la climatologie des régions parcourues. On se rend compte alors que, soumise à des influences extérieures si diverses, la végétation marocaine puisse s'offrir sous des aspects si différents. On comprend facilement comment, les influences des climats méditerranéen, saharien, montagneux, atlantique, se faisant sentir tour à tour, les associations florales changent brutalement et s'imposent à l'attention du voyageur, fût-il même étranger à la botanique.

Ces caractères si variés de la végétation et de la flore dans les diverses régions du Maroc sont magistralement exposés dans un chapitre spécial par M. le Professeur Maire, de la Faculté des Sciences d'Alger, le digne continuateur de MM. Trabut et Battandier dans l'étude de l'Afrique du Nord, et qui a bien voulu apporter à MM. Perrot et Gentil sa précieuse collaboration.

Si l'on ajoute qu'au Rapport de ces auteurs se trouve encore jointe une Notice de M. Gattefossé sur *Les Plantes dans la thérapeutique indigène au Maroc*, et qu'un chapitre des plus intéressants est consacré par Mme Dufougeré aux *Matières colorantes végétales employées au Maroc*, on pourra se faire une idée assez exacte de l'importance de l'ouvrage que nous présentons aux lecteurs de cette Revue. En nous faisant connaître les ressources actuelles du Maroc, ce travail constitue déjà œuvre utile. Mais, en outre, avec la documentation précieuse qu'il renferme, il pourra servir de base à des recherches ultérieures plus limitées et par conséquent plus précises.

P. Guérin.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Dr Rudolf Hôler. — Physikalische chemie der Zelle und der Gewebe. Fünfte neubearbeikete anflage, 1 Hâlfke mit 81 texfiguren. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig .

Maurice Boubier. — L'oiseau et son milieu. In-16 de 250 pages. (*Bibliothèque de philosophie scientifique.*) Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

J.-C. Willis. — Age and Area. A study in géographical distribution and origin of species. In-8° de 259 pages. University press, Cambridge. — Prix : 14 sh.

J. Costantin et *F. Faideau.* — Les Plantes. In-4° de 315 pages, avec 340 figures, 26 planches, dont 11 en couleurs. Larousse, éditeur, Paris. — Prix : 45 fr.

E.-M. Chamot.. — Elementary chemical microscopy, 2e édition. In-8° de 479 pages, avec 165 figures. Willey, New-York et Chapman, London, éditeurs. — Prix : 23 sh.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 20 — 60e ANNÉE — 28 OCTOBRE 1922

LA CRISE DE NOTRE INDUSTRIE CHIMIQUE ORGANIQUE ET LA DÉFENSE NATIONALE

Une émotion très vive se manifeste actuellement dans tous les milieux qui portent intérêt à l'avenir de l'industrie chimique organique en France. La tourmente économique va-t-elle jeter bas l'édifice construit chez nous — avant, pendant et après la guerre — au prix de tant d'efforts, et verrons-nous, en face de ces ruines, se dresser en pleine prospérité le formidable et menaçant arsenal de l'industrie organique allemande?

Et cependant, ce n'est plus, comme jadis, l'ensemble des méthodes industrielles ou commerciales de nos producteurs qu'il y a lieu d'incriminer. Mais la dépréciation du mark est un tel facteur d'inégalité entre les prix de revient allemand et français que l'on peut, à coup sûr, présager la fermeture prochaine de ceux des ateliers de fabrications organiques de nos usines chimiques qui travaillent encore si un prompt secours ne leur est pas apporté dans cette lutte à armes trop inégales.

Certains s'étonnent que notre situation puisse être aussi critique. « De tout temps, disent-ils, il y a eu des crises économiques, et c'est en les traversant indemne qu'une industrie donne la preuve de sa vitalité. Et encore l'industrie organique française est-elle protégée par notre tarif douanier et par les dispositions spéciales du traité de paix concernant les prestations de colorants artificiels et produits courants. Si, dans ces conditions, elle ne peut pas vivre, c'est que l'œuvre est factice. Résignons-nous donc à reconnaître à cet égard la supériorité de l'Allemagne, approvisionnons-nous à meilleur compte sur le marché allemand; ce sera tout bénéfice pour nombre d'industries consommatrices, dont l'essor nous apportera de larges compensations commerciales ».

Ce raisonnement implique une entière méconnaissance du problème, et il écarte, en outre, des préoccupations que tout Français devrait avoir sans cesse présentes à l'esprit. Il importe donc d'éclairer l'opinion publique quant à l'influence, sur l'industrie chimique organique, du déséquilibre économique actuel, qui ne justifie que trop, en ce qui la concerne, toutes les anxiétés, en dépit, ou plutôt, en raison même de l'effort vraiment méritoire accompli en vue de nous affranchir du monopole allemand.

Il ne faut pas que l'opinion oublie les nécessités d'ordre national auxquelles elle répond. Le caractère impérieux de cette industrie, universellement reconnu au lendemain de la Guerre, paraît s'effacer dans beaucoup de mémoires. Il faut bien se convaincre qu'en tarissant sur le sol français une source à laquelle viennent puiser toutes les branches de l'activité économique, on commettrait une lourde faute, qui se retournerait contre ses propres auteurs.

Si l'on prend la peine de lire l'exposé de

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

motifs donné par M. Clémentel, Ministre du Commerce, lors de la discussion du projet de loi du 7 novembre 1919, ayant pour objet d'instituer une législation douanière efficace pour la protection de nos industries chimiques, on verra que l'on mesurait, à cette époque, toute leur importance au point de vue économique et militaire, et l'on verra aussi qu'à la vérité notre Gouvernement et nos industriels envisageaient alors avec un courageux optimisme la lutte que ces derniers auraient à subir contre leurs concurrents allemands. Mais qui eût pu supposer que la valeur du mark descendrait jamais au taux où il est tombé?

LE CARACTÈRE EXCEPTIONNEL DE LA SITUATION ACTUELLE

La situation actuelle est donc sans précédent. Le déséquilibre monétaire est tel que les conditions de production dans les divers pays ne sont plus comparables entre elles. Quand un pays à change déprécié trouve sur son sol toutes les matières premières nécessaires à l'une de ses industries, quand cette industrie dispose d'un outillage de production intensive perfectionné et d'ailleurs amorti par des bénéfices antérieurs, de quelle supériorité cette industrie ne jouit-elle pas sur l'industrie concurrente d'un pays où matières premières et main-d'œuvre coûtent cinq à dix fois plus cher, et qui vient de procéder, dans les conditions les plus onéreuses, à la réfection ou à l'aménagement de son matériel de production?

Telles sont, en ce moment, les situations relatives des industries organiques en Allemagne et en France.

Qu'une catastrophe financière, en Allemagne, doive être la conséquence inévitable de cette politique d'effondrement monétaire, cela se peut et les économistes le prévoient, sans d'ailleurs se hasarder à en annoncer l'échéance.

En attendant, les industriels allemands auront su mettre à profit les avantages que leur confère cette politique pour évincer définitivement notre concurrence. Non contents de posséder la maîtrise des marchés d'exportation, ils ont trouvé les fissures de notre barrière douanière. Certes, celle-ci se dresse infranchissable contre tous produits officiellement importés d'Allemagne, mais il existe bien des procédés frauduleux, et même légaux, pour tourner l'obstacle et n'avoir plus à franchir que le léger talus d'un tarif minimum.

Le procédé frauduleux, c'est la déclaration d'origine inexacte, dont le contrôle ne peut pratiquement pas être exercé à l'étranger, et que les experts, quelque fortes que soient leurs présomptions quant à la non-authenticité d'un échantillon, sont dans l'impossibilité de contester formellement.

Le procédé légal consiste dans une transformation finale qu'un produit allemand va subir dans un pays étranger, pour y acquérir, avec une nouvelle nationalité, le droit au tarif douanier le plus avantageux.

D'aussi habiles méthodes ont abouti au résultat cherché : la fabrication française trouve indirectement la concurrence allemande sur le marché national. Cette nouvelle restriction à ses débouchés compromet irrémédiablement le succès de tous ses efforts.

LES EFFORTS ACCOMPLIS

Cependant un travail considérable avait été accompli, qui, dans une période normale, aurait, à n'en pas douter, porté ses fruits.

Non seulement nos industriels ont renouvelé et modernisé leur outillage, mais ils ont, en outre, créé de toutes pièces des ateliers nouveaux pour la fabrication de produits dont jusqu'à ce jour l'Allemagne détenait le monopole. C'est ainsi que les sociétés qui ont consacré leur activité aux produits pharmaceutiques, aux produits photographiques et aux produits de synthèse destinés à la parfumerie, se trouvent en mesure de satisfaire à tous les besoins de la consommation française et sont même susceptibles de faire de très larges exportations. Dans le domaine des matières colorantes artificielles, la production française dépasse maintenant les quatre-vingt-cinq centièmes des besoins très importants de la consommation nationale. Et il ne s'agit plus là d'un finissage analogue à celui que les Allemands avaient institué avant la Guerre dans les succursales créées par eux en France : la gamme des produits intermédiaires nécessaires à la fabrication des colorants est réalisée en France d'une manière à peu près complète.

Les industriels ont d'ailleurs compris qu'aucun effort ne serait durable si, à côté d'ateliers de fabrication bien outillés, ils ne développaient pas leurs organismes de recherches, tant pour l'amélioration constante des procédés mis en œuvre que pour la découverte de produits nouveaux et la mise au point de leurs procédés de fabrication. C'est avec toute leur foi scientifique, nous nous plaisons à le constater, qu'ils ont considéré comme essentiel cet aspect du problème.

Parallèlement à cette œuvre proprement industrielle, il a fallu donner à l'enseignement de la Chimie une impulsion en rapport avec les besoins en techniciens appelés à peupler les laboratoires et les ateliers.

Quand on comparait, d'ailleurs, le nombre de nos chimistes avant la Guerre à celui que possédait l'Allemagne, quand on ajoutait à cet écart les pertes, certes glorieuses, subies aux armées par notre effectif de chimistes déjà si réduit, on pensait que jamais l'effort réalisé ne serait trop étendu. Aussi les élèves ont-ils afflué vers les Ecoles de Chimie, depuis trois ans, en nombre toujours croissant. Faut-il ajouter que le corps professoral a fourni un labeur considérable, pour donner à tous ces étudiants un enseignement technique moderne qui soit véritablement digne du grand but à atteindre?

Mais si notre industrie, loin de demander aux Ecoles de nouveaux techniciens, doit, au contraire, licencier des chimistes actuellement attachés à ses usines, il n'est que trop évident qu'on ne tardera pas à voir nos jeunes gens se détourner d'une voie offrant un avenir aussi incertain. Un tel résultat consacrerait la déchéance de notre industrie chimique organique.

Réciproquement, c'est aussi notre avis très ferme que l'avenir de la Science chimique pure, en France, est étroitemnt lié à l'existence d'une industrie organique vigoureuse. Car il est hors de doute que, sans elle, nous n'aurions pas cette pépinière de jeunes chercheurs où se révèleront les continuateurs des savants qui, de tout temps, dans ce domaine, ont honoré notre pays.

LA DÉFENSE NATIONALE

Mais, plus impérieusement que quoi que ce soit, c'est la Défense Nationale qui, tout d'abord, exige que l'impossible soit fait pour sauver l'œuvre accomplie.

Tous ceux qui ont participé, pendant la dernière guerre, à l'improvisation fiévreuse de notre riposte chimique, tant pour la fabrication des explosifs que pour celle des gaz de combat, conservent le souvenir de l'anxiété qui les étreignait à la pensée que les munitions pourraient manquer à nos armées. Ils n'oublient pas, d'ailleurs, que s'ils ont finalement réussi à assurer l'approvisionnement nécessaire, c'est parce qu'il subsistait sur le territoire quelques usines de produits organiques, dont l'importance était fort loin, assurément, de celle des usines similaires allemandes, mais qui, néanmoins, avec leurs cadres de techniciens, ont servi d'ossature au gigantesque effort accompli.

A plusieurs reprises, cependant, notre infériorité sur le terrain chimique a failli nous être fatale, et qui dira jamais combien de vies françaises furent la rançon des retards dus à l'insuffisance de notre préparation? (1).

Les leçons d'aussi douloureuses épreuves ne doivent pas être perdues. Le risque couru a été trop grand pour que ceux qui ont charge de prévoir et d'organiser la sécurité nationale puissent accepter qu'à nouveau le pays se trouve exposé à pareil danger. Du reste, l'évolution des procédés de combat et la prédominance qu'a prise l'arme chimique nécessiteraient une mise en action beaucoup plus rapide de tous les moyens de production. Il nous faut, à tout prix, une industrie chimique organique beaucoup plus développée qu'autrefois, servie par un personnel technique plus nombreux et mieux entraîné qu'autrefois. La guerre venant à éclater, il y aurait là, pour le pays, rien de moins qu'une question de vie ou de mort.

LES INTÉRÊTS GÉNÉRAUX DE L'ACTIVITÉ INDUSTRIELLE DU PAYS

L'industrie chimique organique constitue, au demeurant, une source indéniable de prospérité pour la nation qui en est dotée.

Toutes les autres branches de l'industrie, et, plus généralement, même, toutes les branches de la production générale, sont, à des degrés divers, les tributaires ou les pourvoyeuses de l'industrie chimique organique. Si elles sont ses pourvoyeuses, leur intérêt est, évidemment, qu'un aussi important débouché subsiste et grandisse sur notre sol. Sont-elles ses tributaires, la politique qu'elles suivraient en recherchant actuellement les produits allemands, et en provoquant par là la fermeture des usines françaises, serait à bien courte vue. Si, en effet, la consommation française vient à tomber à nouveau sous la dépendance des producteurs étrangers, pour avoir méconnu l'effort accompli en vue de l'en libérer, elle ne pourra manquer de leur payer bientôt un tribut beaucoup plus lourd que le profit momentané retiré de son attitude présente.

LA NÉCESSITÉ D'UNE ACTION PROMPTE

Dans d'autres pays, le problème a été ainsi

(1) Nous recommandons à cet égard la lecture de l'ouvrage fort intéressant et très documenté écrit par le Major Lefebure, de l'armée anglaise : *L'énigme du Rhin*, *La Stratégie chimique en temps de guerre et en temps de paix*, préface des Maréchaux Foch et Wilson. Traduction française chez Payot.

exposé à l'opinion publique, et des dispositions spéciales ont été prises pour que l'industrie chimique organique ne sombre pas au cours de la tempête économique actuelle.

Les Etats-Unis, l'Angleterre, l'Italie, le Japon ont décidé de passer au crible les produits organiques se présentant à leurs frontières, et d'admettre seulement ceux que l'industrie du pays ne produit pas ou produit en quantité insuffisante pour les besoins intérieurs.

Autant et plus que dans ces pays, il semble que l'institution d'un tel régime se justifierait dans le nôtre. Bien entendu, l'on ne saurait envisager que des dispositions provisoires, qui devraient disparaître sitôt qu'une certaine stabilité monétaire aurait permis de rétablir des échanges commerciaux normaux.

C'est aux pouvoirs publics qu'incombe le choix des moyens à adopter. Mais, quels que soient ces moyens, il importe d'agir vite. Plus on tarde et plus il sera difficile de rétablir une situation déjà gravement compromise. A chaque atelier français fermé correspond un nouvel atelier allemand mis en marche; à chaque chimiste français licencié un chimiste allemand engagé. Sur une telle pente, il faut s'arrêter alors qu'il en est temps encore, il faut ouvrir les yeux, mesurer la profondeur du précipice et faire appel à toute notre énergie, non seulement pour n'y point tomber, mais pour reprendre la marche ascendante vers les sommets où l'on aperçoit la grandeur de la Patrie.

A. BÉHAL,
Membre de l'Institut
Président
de l'Académie de Médecine,
Professeur de Chimie organique
à la Faculté de Pharmacie.

A. HALLER,
Membre de l'Institut
Professeur de Chimie organique
à la Sorbonne,
Directeur de l'Ecole de Physique
et de Chimie
de la Ville de Paris.

CH. MOUREU,
Membre de l'Institut,
et de l'Académie de Médecine,
Professeur de Chimie organique
au Collège de France.

LES SERPENTS VENIMEUX

La question du serpent, toujours d'actualité, est cependant aussi ancienne que le serpent lui-même, car dès l'époque la plus lointaine, l'imagination populaire, suivant les temps et les lieux, a fait de tout serpent, soit un *être surnaturel et guérisseur*, soit un *fascinateur perfide, capable d'exalter encore par le venin son pouvoir malfaisant.*

Il est intéressant de constater que ces deux points de vue, si opposés qu'ils paraissent, n'ont cependant rien d'absolument incompatible, et qu'ils renferment chacun une part de vérité.

De tout temps, en effet, les serpents, sans en excepter les venimeux, ont été en honneur dans les régions qu'ils infestent (la Perse, les Indes, l'Egypte, le Dahomey, le Mexique, l'Arizona...), et ont donné lieu à des cérémonies cultuelles. Une des plus originales est la *danse des serpents* que pratique encore, à l'extrême limite nord-ouest du Grand Canon du Colorado, l'ancienne tribu des *Indiens Mokis,* dont les demeures primitives, où l'on n'entre que par le toit, sont perchées en nid d'aigle sur les hauts plateaux qui dominent la plaine. Tous les deux ans, au mois de septembre, se déroulent pendant une huitaine de jours les rites successifs du culte, où l'on peut voir pour clore la fête, les prêtres mokis, par groupes de trois, tout peints de blanc, exécuter des pas rythmés, le premier du groupe *serrant un crotale entre les dents.* Les crotales sont d'ailleurs honorés par les Indiens mokis comme des « *frères aînés* ».

Il n'est parmi les races humaines que la race blanche qui ait définitivement rompu avec les serpents, et qui n'entretienne avec eux que de mauvais rapports ; et ce n'est pas là seulement une marque de perception plus nette du danger ou d'une plus haute intelligence, car les singes nous dépassent de beaucoup dans la crainte du serpent, et se livrent à des manifestations extravagantes à la vue de la plus inoffensive couleuvre.

En Europe, à travers les âges, les notions précises ne viennent que très tard éclairer la question du double pouvoir des serpents : à la couleuvre antique et inoffensive, qui guérit par sa vue seule ou ses prétendues prescriptions, s'adjoint bientôt le serpent venimeux, qui est lui-même le remède, sans que l'on sache au juste dans quelle partie de son corps est localisé le pouvoir ; ce n'est que vers la fin du XVII^e^ siècle que l'on établit qu'il réside dans la salive jaune de la vipère, et qu'on emploiera dès lors cette salive, ou venin, pour guérir l'envenimation.

Nous aurons ainsi à considérer successivement :

Les serpents guérisseurs dans la thérapeutique ancienne ;

Les serpents venimeux actuels et leurs méfaits;

Le venin des serpents dans la thérapeutique moderne.

I. — LES SERPENTS GUÉRISSEURS

Pour l'Europe, la première opinion, celle du serpent guérisseur, a pris naissance, comme la médecine, en Grèce, au pays d'Epidaure, où l'on ne connaissait que des espèces inoffensives, comme cette belle grande couleuvre jaune pâle dédiée à Esculape.

Les Grecs les premiers subirent le pouvoir fascinateur du serpent, qui s'est toujours exercé bien plus sur l'homme que sur la proie elle-même, car il n'est pas rare de voir celle-ci, dans les conditions de captivité, saigner le serpent, avant qu'il ait pensé à l'attaquer.

Les allures mystérieuses du reptile, sa manière adroite et prudente de se glisser et de pénétrer partout : dans les habitations privées pour y surprendre, pensait-on, les secrets des hommes, dans les profondeurs du sol pour y saisir ceux de la Nature ; son œil limpide et fixe, toujours ouvert sur toutes choses, semblant ainsi veiller toujours ; sa langue bifide, organe exclusif de tact puisqu'elle est toujours muette, mais qui, à la moindre émotion, vibre avec une vivacité qui en impose pour un dard ; ses mues fréquentes, emblème d'un perpétuel rajeunissement, dont il peut sans doute faire bénéficier ses clients... au sens latin du mot ; enfin la croyance instinctive qu'il sait guérir la plupart des maux, toutes ces conditions réunies l'ont de bonne heure associé au dieu de la médecine, et introduit dans les temples dédiés à Esculape, dont le plus réputé, sinon le plus ancien, était celui d'Epidaure.

On peut se représenter le temple, avec ses dépendances, comme une sorte de grande clinique vers laquelle on s'acheminait de toutes parts et à grands frais, pour implorer le dieu guérisseur auquel on apportait des offrandes ; et on n'avait garde d'oublier son fidèle collaborateur, le serpent. La fille du dieu elle-même, Hygie, le nourrissait de sa main. Le serpent resta d'ailleurs pendant longtemps le principal médecin consultant d'Epidaure, car Esculape lui avait non seulement transmis ses pouvoirs, mais encore en avait revêtu la forme pour se rendre à Rome, à l'appel pressant du peuple romain, juguler une épidémie de peste, qui sévissait l'an 293 avant notre ère, et qui cessa dès lors.

C'est de là sans doute que le serpent inoffensif et guérisseur passa en Gaule avec les légions romaines, que son culte y prit racine, qu'il traversa ainsi toute la période obscure du Moyen âge, également celle de la Renaissance, en restant constamment associé à la médecine. On ne saurait donc s'étonner qu'à travers tant de siècles, le décret du 20 thermidor an VI (1798) ait donné comme attribut au service de santé militaire le serpent d'Epidaure se mirant dans le miroir de la Prudence ; on le représente souvent aussi buvant dans la coupe de la Science : *Prudence, Science, Divination* ou *Perspicacité,* (nous dirions volontiers sens médical), *Vigilance, Pouvoir rajeunissant, Discrétion,* toutes qualités éminentes supposées réunies dans le serpent, ne sont-elles pas en réalité celles que tout malade requiert de son médecin, et que celui-ci doit s'efforcer d'acquérir et de cultiver !

Mais à Rome même, où les serpents inoffensifs et guérisseurs, les *Epidauri,* comme on les désignait pour en rappeler l'origine, étaient entretenus avec dévotion dans les temples, et jusque dans les habitations privées, comme dieux protecteurs de la santé, il existait également des vipères, c'est-à-dire des serpents venimeux. Aussi le pouvoir du serpent se double-t-il à la longue d'un sens moins symbolique : le serpent ne fournit plus seulement l'ordonnance, il est lui-même le médicament, d'où ces pratiques d'*Opothérapie massive,* qui se sont perpétuées depuis les temps les plus reculés juqu'à nos jours, puisqu'il existe encore actuellement des tribus humaines mangeuses de serpents.

C'est d'ailleurs un fait général dans l'histoire des animaux venimeux de toute espèce que cette foi instinctive dans la prévoyance de la *Nature qui, à côté du mal, place le remède,* et qui identifie le poison et le médicament. Cet obscur instinct a fait employer la vipère sous toutes ses formes dans la thérapeutique ancienne ; c'est lui qui a inspiré *Andromaque,* premier médecin de Néron, quand, chargé par ce dernier de trouver un antidote puissant contre la morsure de la vipère, il remanie la drogue très complexe attribuée au roi de Pont, *Mithridate,* et qui en portait le nom, y introduit la poudre de vipère, et en fait ainsi la *thériaque* (1).

Cet électuaire opiacé ne contenait à l'origine,

(1) « Les Historiens racontent, en effet, qu'Annibal de Carthage ayant la guerre contre les Romains, lors du généralat de Néron, gagna la bataille dans un combat naval, par le moyen d'un grand nombre de pots de terre qu'il avait fait remplir de vipères vivantes et jeter dans les vaisseaux en les abordant. Et que Néron ayant appris que ces vipères éparses en un moment sur le tillac de ses vaisseaux avaient non seulement mordu mortellement plusieurs de ses soldats, mais donné l'épouvante à toute son armée, et causé la perte de la bataille, commanda à Andromacus, son médecin, d'inventer quelque antidote capable de résister à l'avenir au venin de la morsure des vipères. » (Charas, la *Thériaque d'Andromacus,* p. 10).

pas moins de 74 substances les plus diverses, réduites en poudre, mélangées ensuite, puis humectées de bon vin de Falerne, et agglutinées en pâte molle avec du miel.

La thériaque était employée par tous, aussi bien pour les humains de tous les âges et des deux sexes que pour les animaux domestiques ; elle était d'instinct, peut-on dire, employée intus et extra, contre tout état pathologique, à la dose « d'une dragme à la fois, prélevée à la pointe d'un couteau, avec deux doigts de vin par dessus » pour en passer le goût. Pour nous en tenir seulement aux cas où elle était ordonnée par un médecin, elle convenait contre beaucoup de maladies : et « entr'autres contre toutes sortes de poisons si elle était prise par la bouche ; contre toute morsure et piqûre de bêtes venimeuses, intérieurement et extérieurement (1 à 4 gr. de nos mesures actuelles) ; contre la morsure des chevaux et même des chiens enragés ; contre toute sorte de fièvre pestilente, et contre toutes les maladies épidémiques..., contre la fièvre quarte, les vers et contre toute pourriture ; contre la diarrhée, la dysenterie, la lienterie, le miserere, le choléra morbus ; contre toutes les coliques, ventosités, convulsions, épilepsie, paralysies, apoplexies ; contre les douleurs des jointures, l'impuissance..., contre les tumeurs froides, l'hydropisie et la jaunisse ; contre toutes les passions hystériques, et enfin contre un si grand nombre de maladies qu'il serait très difficile de les pouvoir toutes raconter... Pour toute conclusion, je ne sçaurais assez exalter les vertus de notre thériaque... le plus universel remède que la médecine galénique ait jamais inventé. » (Charas, *La Thériaque d'Andromacus,* p. 300).

Comme le fait, à juste titre, remarquer Nicolas Lémery, cette préparation, chef-d'œuvre de l'empirisme, était infiniment plus savante que ceux qui la prescrivaient, car la renommée s'en est maintenue pendant 18 siècles au moins, sans qu'elle ait égrené, au cours des âges, plus d'une vingtaine de ses composants, dont la poudre de vipère. Elle ne fut définitivement rayée du codex qu'en 1908, ce qui fait qu'on en rencontre encore de l'authentique reléguée ou oubliée dans quelque coin des plus anciennes pharmacies, et qu'on peut voir aussi dans celles qui gardent leurs vénérables décors d'autrefois, les vases qui la renfermaient, parfois même ornés de vipères, comme ceux de l'ancienne apothicairerie de l'Hôtel des Invalides.

A côté de la thériaque, les drogues à base de serpents étaient nombreuses ; les principales étaient l'*Orviétan,* thériaque plus simple, qui contenait encore 27 composants, dont la poudre de vipère ; le *Bézoard animal,* contenant de la poudre de cœur et de foie de vipère, l'*Emplâtre de Vigo,* dans lequel entrait, sous le nom d'*Axongia serpentum,* la graisse de couleuvre ou de vipère.

Ainsi, aucune d'entre elles ne contenait de venin, car avant de dessécher la vipère pour la réduire en poudre, on lui coupait la tête et la queue, on enlevait la peau, on retirait tous les viscères, sauf le cœur et le foie qui étaient remis après coup. Les seules substances antivenimeuses provenaient donc du foie et de la bile.

*
* *

Les médicaments à base de vipère, dont le nombre et le mode de préparation n'avaient de limites que l'imagination même et la dextérité de ceux qui les composaient, frelatés à l'envi, étaient jusqu'à Louis XIV vendus à Paris les jours de foire et de marché, sur le Pont-Neuf et la place Dauphine, à grand renfort de grosse caisse et d'éloquence foraine, par des gens peu recommandables ; de telle sorte que l'épithète de *marchand d'Orviétan* est restée synonyme de *vendeur de chimères.*

C'est pour éviter de tels aléas pour la santé publique, et aussi pour sauvegarder le renom d'honnêteté des *Apothicaires artistes* que leur compagnie résolut d'établir des garanties et de se réserver le droit exclusif de préparer la thériaque, préparation qui se fit dès lors en grande solennité sous les yeux d'un public élégant et mondain et le contrôle de la Faculté, au siège de la compagnie, rue de l'Arbalète, sur l'emplacement actuel de l'Institut agronomique.

Ce fut *Moyse Charas,* docteur en médecine et, ce qui valait mieux encore pour le crédit qu'on peut lui accorder : apothicaire-artiste du Roy en son Jardin des Plantes médecinales, où il professait la Chymie et avait la garde de la pharmacopée royale, qui, le premier, fut chargé de cette préparation dont il nous a laissé les détails en un petit livre de 305 doctes pages, paru en 1685 (à Paris, chez Laurent d'Houry, rue Saint-Jacques, près les Mathurins au Saint-Esprit), et intitulé la *Thériaque d'Andromacus.*

On y voit figurer les substances les plus diverses, que nous ne saurions énumérer toutes, et leurs propriétés respectives, avec la manière de les choisir et de les assembler : à côté des *trochisques de vipère,* qui n'étaient que de la poudre de vipère conservée en l'agglutinant en pâte avec une solution de gomme arabique dans du mal-

voisie, pâte découpée ensuite en pastilles, on trouvait l'*extrait d'opium,* les *trochisques de scille, des amers* (gentiane, petite centaurée...), la *terre de Lemnos,* à laquelle on attribuait un pouvoir antivenimeux ; des *aromates,* (canelle, poivre, gingembre, anis, persil...) ; des *gommes,* (g. arabique, storax, galbanum, opoponax...) ; des *parfums* et *résines* (roses, iris, jonc fleuri, encens, myrrhe, térébenthine, bitume de Judée, safran, castoreum) ; enfin du vin de Falerne et du miel qui devaient faire du mélange une pâte molle.

Dans ce complexe, c'est le goût de l'opium qui domine.

Charas ajoute à sa minutieuse description, qui est aussi une discussion de la valeur de chacun des ingrédients, la réflexion suivante qui ne manque pas d'à-propos : « *On pourrait dire qu'Andromacus a imité la marche des gens de guerre en mettant la vipère à la teste de la Compagnie, comme le véritable chef, et le castor à la fin comme lieutenant. Et quoy que pourtant la vipère soit précédée des trochisques de Scille, ils ne peuvent passer que pour des avant-coureurs et qui la reconnaissent pour leur chef, de même que les autres ingrédiens. On pourrait bien dire aussi qu'Andromacus, prévoyant que sa composition ne manquerait pas d'être attaquée en divers temps et par diverses personnes, avait voulu mettre à la teste et à la queuë deux animaux pourvus de bonnes dents pour la défense.* » (La Thériaque d'Andromacus, p. 236).

Charas s'occupait donc beaucoup de vipères ; c'était lui qui, à cette époque, les connaissait le mieux ; et les envois de ces reptiles vivants convergeaient du Poitou, du Dauphiné et d'un peu partout vers l'officine qu'il tenait rue des Boucheries au faubourg Saint-Germain, à l'enseigne « *Aux Vipères d'or* ». Charas les tenait jusqu'à emploi enfermées dans les vaisseaux de grès de son arrière-boutique ; mais la plupart des préparations se faisaient à son laboratoire du Jardin du Roy, où elles n'étaient pas heureuses. Cependant Charas ne les flagellait pas, comme tant d'autres pour en exalter le pouvoir ; mais ce détail mis à part, il leur faisait subir tous les mauvais traitements que pouvait inventer l'imagination fertile d'un apothicaire-artiste, et que sa grande habileté manuelle lui permettait de réaliser : *broyées vivantes* et mises en cataplasmes ; *cuites en bouillons* destinés à maintenir la fraîcheur du teint ; *desséchées* et réduites en poudre, *calcinées* et réduites en cendres ; *distillées* pour en recueillir le sel fixe et surtout le *sel volatil,* auquel Charas attribuait le principal pouvoir, et qui n'était surtout que du carbonate d'ammoniaque ; *mises à macérer vivantes dans l'huile* pour en faire l'huile de vipère ; *mises à infuser* pareillement dans des vins et des vinaigres aromatiques ; *fondues au bain-marie* pour en recueillir la graisse qui, employée seule, passait pour faciliter tous les mauvais passages, les vipères ainsi mangées crues ou consommées en bouillons, en vins, en élixirs, en pilules, en trochisques, en électuaires, ou appliquées en cataplasmes, en emplâtres, en onguents, en pommades, en huiles essentielles, en préparations diverses, isolées, ou le plus souvent associées, ont servi intus et extra jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle à guérir l'envenimation, les autres empoisonnements et la plupart des maladies.

Sur les détails des préparations, à base de vipère et leurs propriétés, Charas nous a laissé un livre intéressant, le premier qui ait été écrit en français, sur la vipère, paru en 1672, et qui a pour titre :

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA VIPÈRE

où l'on verra une description de toutes ses parties, la source de son venin, ses divers effets, et les remèdes exquis (lisez souverains) *que les artistes* (lisez apothicaires-artistes) *peuvent tirer du corps de cet animal.*

Sur les « remèdes exquis », nous sommes déjà un peu édifiés ; mais Moyse Charas, imbu de la théorie du phlogistique qui était alors en grand honneur, établit des rapports entre des phénomènes qui n'en présentent aucun ; suggestionné par les idées divagantes de Van Helmont « *qui voit dans le venin de la vipère les esprits irrités, qu'elle pousse dehors en mordant, et qui sont si froids qu'ils coagulent le sang dans les veines et l'empêchent de circuler* », il accepte cette conception, s'ingénie par de nombreuses expériences faites en son particulier et répétées en public, à démontrer « *qu'aucun organe de la vipère, pas même ses crochets, ne contient de venin si la vipère est morte* ».

Pour lui le pouvoir de la vipère est donc tout spirituel, ou plutôt tout spiritueux, comme il prend soin de nous en informer et d'insister sur la distinction dans sa *Pharmacopée royale, galénique et chimique,* gros ouvrage, paru en 1692, qui a précédé de bien près, et a servi de base à celle de Nicolas Lémery.

Charas s'appuie, d'ailleurs, sur des faits exacts, et pour la première fois démontrés, à savoir que *la salive jaune de la vipère peut être*

impunément avalée ou déposée sur une plaie superficielle, et que le fiel (la bile) n'a aucun pouvoir venimeux. Les expériences de C. PHISALIX en France, de FRASER en Ecosse, montreront même plus tard les propriétés antivenimeuses de la bile et des sels biliaires.

Mais Charas en savait trop long, et cependant pas assez, pour voir vite et juste ; nous le retrouverons en véhémente polémique avec l'italien FRANÇOIS REDI, au sujet de la localisation du pouvoir venimeux de la vipère.

Ajoutons seulement, à propos de Charas, que les *apothicaires-artistes,* précurseurs de nos travailleurs de laboratoire, étaient les seuls qui eussent alors des connaissances d'ordre pratique sur les sujets que quelques-uns enseignaient. Ils représentaient la science expérimentale à ses tout premiers débuts, alors que les médecins officiels, et les autres, sans connaissances anatomiques précises et suffisantes, puisqu'on ne touchait qu'aux suppliciés, sans expérience clinique, puisque les moyens actuels d'investigation n'étaient pas encore inventés, en étaient réduits à professer la tradition, en latin il est vrai... et leurs malades guérissaient quelquefois.

II. — LES SERPENTS VENIMEUX ACTUELS

Voilà pour les serpents guérisseurs protégés des dieux, et à notre époque encore, vénérés des hommes.

Il convient de considérer l'autre opinion, celle du pouvoir venimeux, non moins justifiée que la première, car elle se traduit, quant au nombre des espèces redoutables et à leurs méfaits, par une impressionnante réalité.

1° NOMBRE DES ESPÈCES VENIMEUSES

On peut dire, en effet, que les deux tiers des 2.260 espèces qui composent l'ordre actuel des Serpents ont une glande venimeuse dont la sécrétion est versée dans la bouche à la base même des dents maxillaires qui serviront à l'inoculer. Un tiers au moins, soit environ 800 espèces sont pourvues en outre de dents développées en crochets sillonnés ou canaliculés, sillon ou canal qui conduit le venin jusqu'à l'extrême profondeur des tissus atteints par la pointe libre des crochets.

Enfin un tiers au moins, soit plus de 450 espèces, inoculent *leur venin à dose souvent mortelle et sous pression,* car leur glande venimeuse très développée, sert de réservoir à sa propre sécrétion, et d'autre part, le muscle temporal, intimement appliqué sur le fond de l'acinus glandulaire, en se contractant pendant la morsure, comprime le sac glandulaire à la façon de la main qui se fermerait sur une ampoule de caoutchouc pour en exprimer le contenu.

2° MORTALITÉ CAUSÉE PAR LES SERPENTS

Quant aux accidents qu'ils déterminent, on peut dire que les serpents sont, à côté de la peste, du choléra, des bêtes piquantes et parasites, le fléau peut-être le plus redouté des régions intertropicales, car il y sévit en permanence, quelquefois même jusqu'au voisinage immédiat des habitations privées.

Nous n'avons en EUROPE, avec 8 espèces venimeuses de petite taille, qu'une idée bien incomplète des méfaits causés ailleurs par les serpents ; il existe bien des couleuvres ayant une glande venimeuse et des crochets sillonnés, telles que la *Couleuvre de Montpellier,* le *Tarbophis fallax ;* des couleuvres aglyphes, telles que les *Tropidonotes,* les *Zamenis,* les *Coronelles,* les *Contia ;* mais leur morsure n'est dangereuse que pour leur proie.

Cependant, malgré la pauvreté de la faune venimeuse, les statistiques établies en France par le Dr VIAUD-GRAND-MARAIS pour la Vendée et la Loire-Inférieure, par C. KAUFMANN en Suisse, pour la *Vipère aspic* accusent une mortalité qui atteint 14 % des cas de morsure. L'espèce voisine, la *Vipère berus* serait moins venimeuse ; d'après une statistique établie en Allemagne, sa morsure n'entraînerait la mort que dans 7 % des cas.

Ces pourcentages sont encore assez élevés toutefois pour justifier la lutte antiophidique. Vers 1860, la Société d'Acclimatation prit l'initiative d'intensifier cette lutte ; elle publia en 1863 un rapport qui concluait aux bons effets des primes accordées aux destructeurs de vipères. Les préfets des départements les plus infestés provoquèrent alors de la part des conseils généraux le vote d'une subvention spéciale, et donnèrent des instructions aux municipalités des régions intéressées. Le montant de ces primes a varié de 0,25 à 0,50 par tête de vipère adulte ; et le chasseur peut actuellement livrer la tête seule au lieu du sujet entier et vivant comme les arrêtés l'exigeaient au début.

L'industrie de chasseur de vipères est productive et efficace puisqu'en 1912, rien que dans le département de Seine-et-Marne, 20.460 vipères ont été détruites par plus de 900 chasseurs.

En Vendée, notre chasseur particulier, l'abbé

Chabirand, nous a fourni pendant plus de 25 ans, les centaines de vipères qu'il capturait vivantes pendant la belle saison.

Dans cette lutte, l'homme trouve des auxiliaires précieux dans les espèces animales qui chassent la vipère par goût ou pour en faire leur nourriture ; les oiseaux de basse-cour (*poules, canards, dindons, oies...*), les rapaces (*chouettes, buses, Jean-le-Blanc...*) le *chat,* le *hérisson* surtout, qui sort toujours victorieux du tête-à-tête avec la vipère, et qui ne craint rien de son venin.

L'Afrique possède des espèces venimeuses dont 75 au moins sont des plus redoutables ; les vipères y dominent, plus encore qu'en Europe, avec 46 espèces et des plus grosses, telles que cette belle *Vipère du Gabon,* dont un spécimen, qui a vécu plus de 20 ans à la ménagerie du Muséum, pesait au moment où il a été sacrifié 6 kg. 660. et mesurait 1 m. 75 de long. On y trouve aussi des Cobras et des Colubridés Opisthoglyphes : le *Naja haje,* ou aspic de Cléopâtre n'atteint guère que 1 m. 50 de long ; c'est le plus réputé, pour le culte auquel il a donné lieu en Egypte. D'autres espèces du même genre, ou de genres voisins, ont coutume de projeter leur venin à distance lorsqu'ils sont inquiétés, et sont désignés pour ce motif sous le nom de *serpents cracheurs (Naja sputatrix, Naja nigricollis, Sepedon hemachates...)*

Un Colubridé Opisthoglyphe de l'Afrique australe, le *Dispholidus typus,* ou Boomslang de son nom local, peut infliger à l'homme des morsures sévères, et mêmes mortelles, avec lésions hémorragiques étendues (Fitzsimons), comme celles qu'on observe après les morsures des Vipéridés.

L'Asie et la Malaisie possèdent la faune ophidienne la plus riche du monde avec 300 espèces, dont 165 grands venimeux.

Le gouvernement anglais établit périodiquement des statistiques qui donnent une idée des dégâts causés par les serpents venimeux, et dénoncent pour les Indes anglaises seulement une moyenne annuelle qui varie entre 20.000 et 25.000 morts, correspondant à 35 % des cas de morsure.

Pour 1911, il y eut exactement 24.312 morts d'homme, 10.534 têtes de bétail, et 171.700 serpents tués.

Parmi les espèces incriminées, il faut citer en particulier le *Cobra des Indes* (*Naja tripudians*), appelé aussi *Serpent lunette* pour le dessin qu'il porte sur le cou, et *Cobra capello* pour la manière dont il étale en coiffe la peau du cou en soulevant ses longues côtes cervicales. Comme son cousin d'Egypte, il est le gagne-pain des jongleurs nommés Psylles, qui le mettent en activité aux sons d'un instrument spécial.

Les péninsules indiennes sont également la patrie du plus grand de tous les venimeux, l'*Ophiophage* (*Naja bungarus*) ou Hamadryas, qui se nourrit volontiers d'autres serpents, et peut atteindre une longueur de 4 m. 70. Sa morsure est fatale à l'homme et aux plus gros des Mammifères comme l'éléphant. Parmi toutes les vipères, il faut citer la belle *Vipère de Russell* ou Daboia, qui n'atteint guère que 1 m. 25, mais qui est très redoutée.

Outre l'Ophiophage, les serpents des Indes ont pour ennemi, comme ceux d'Egypte, un carnivore vermiforme, la Mangouste, qui manifeste une sorte d'attraction pour la lutte antiophidique.

Sur les côtes, et en pleine mer même, se rencontrent les serpents marins (*Hydrophis, Hydrus, Platurus, Enhydrina,* etc...) qui jouent sur les flots en troupes gracieuses et vivement colorées. Leur venin est 10 fois plus toxique que celui du Cobra ; aussi sont-ils très redoutés des marins, des pêcheurs et des populations côtières ou insulaires.

L'Australie ne possède parmi les grands venimeux que des C. Protéroglyphes qui y fourmillent avec 80 espèces, dont quelques-unes lui sont spéciales, et ajoutent aux propriétés du venin des Colubridés, le pouvoir coagulant et hémorragipare de celui des Vipéridés (*Pseudechis, Notechis...*)

On n'a pas de statistique officielle sur la mortalité qu'ils déterminent.

L'Amérique possède 265 espèces, dont 91 de grands venimeux. C'est la patrie des *Crotalinés* avec 50 espèces au moins ; les C. Protéroglyphes n'y sont représentés que par le seul genre *Elaps,* avec une quarantaine d'espèces. Les Crotalinés y sont effectivement au complet avec quatre genres, dont deux habitent également l'ancien continent, (*Ancistrodon* et *Lachesis*), et deux lui sont spéciaux, (*Crotalus* et *Sistrurus*), et possèdent à l'extrémité de la queue, le curieux grelot, formé de pièces cornées emboîtées l'une dans l'autre, et qu'on appelle *crepitaculum,* ou *crotalon.* Le plus grand, comme le plus redouté des Crotalinés, est le *Lachesis mutus* qui peut atteindre 3 mètres de long et qui est la terreur des éleveurs, dont il décime les bestiaux.

Quant aux dégâts causés par les serpents, on

ne possède de statistique récente que pour l'état de Sao Paulo du Brésil ; le Dr Vital Brazil, qui a créé un institut antivenimeux à Butantan, estime à 24.000 par an les cas de morsures graves, dont 20 % sont mortelles.

Les serpents venimeux d'Amérique ont aussi des ennemis parmi les serpents eux-mêmes : à Sainte-Lucie le *Spilotes variabilis* fait la guerre à la Vipère fer de lance, tandis qu'au Brésil la *Mussurana* (*Oxyrhopus Cloelia*) détruit les Crotales, au venin desquels elle est réfractaire.

En résumé, si on compare la mortalité due aux serpents venimeux suivant les régions infestées et les espèces qui y dominent, on voit que :

En France, elle varie de 7 à 14 % pour la *vipera berus* et la *vipera aspis ;* au Brésil elle est de 20 % pour les Crotalinés dominants et les Elaps ; aux Indes, elle est de 35 % pour les C. Protéroglyphes (Cobras) dominants et les Vipéridés.

Quelque incomplètes que soint ces statistiques, elles s'accordent avec l'expérimentation pour montrer que si les Vipéridés ont l'appareil inoculateur le plus perfectionné, ce sont les Colubridés Protéroglyphes, et parmi eux les serpents marins, qui ont le venin le plus toxique.

III. — LE VENIN DES SERPENTS DANS LA THÉRAPEUTIQUE MODERNE

La Renaissance fit sentir son influence éclairante sur la question concernant les animaux venimeux comme sur beaucoup d'autres :

L'ère nouvelle pour les serpents débute vers 1660 par une véhémente polémique entre CHARAS et REDI.

Nous connaissons les idées de Charas ; celles de Redi sont condensées dans un livre intitulé : *Experimenta naturalia,* publié en 1675, dont la seconde partie : *Observationes de Viperis* est entièrement consacrée à la vipère, et la troisième : *Epistola de quibusdam objectionibus contra suas de vipera observationes,* une réponse aux critiques de Charas. François REDI gentilhomme d'Arezzo, affirme que *la salive de la vipère peut agir, même quand on l'a retirée de l'animal et qu'on l'inocule avec un instrument : c'est elle, et elle seule, qui est venimeuse.*

Le fait était précis et entraînait de grandes conséquences ; il semblait qu'il était facile de le vérifier; mais Charas s'éleva aussitôt contre ce qu'il considérait comme une hérésie, et fit tout exprès de nouvelles expériences pour le réfuter ; ses nouveaux résultats confirment les premiers, et il les ajoute sous le titre : *Suite des nouvelles expériences sur la vipère,* qui détermina une protestation de Redi ; mais Charas se maintint sur ses positions ; son opinion sur le pouvoir tout spiritueux de la vipère lui survécut pendant près d'un siècle ; ce n'est qu'en 1781 qu'un autre physiologiste italien, *Fontana* vint affirmer à nouveau, sur la foi de plus de 6.000 expériences, l'exactitude des résultats de Redi, à savoir que *le pouvoir de la vipère réside bien dans sa salive, qui est ainsi un venin.* Son admirable *Traité de la vipère* est encore d'actualité sur la plupart des points.

Voilà donc la vipère un peu tranquille, car les remèdes dont elle faisait les frais n'ont plus la même vogue, et les arrêtés préfectoraux n'ont pas encore mis sa tête à prix ; mais si elle cesse de guérir, elle continue de mordre.

On donne encore, il est vrai, le bouillon de vipère dans quelques hôpitaux ; on prescrit encore la thériaque, mais qui ne contient plus de poudre de vipère; la graisse de porc a supplanté l'*axongia serpentum* dans l'emplâtre de Vigo. En 1831, à la Charité, le Dr Cayol esaie, mais en vain, la morsure de la vipère pour *guérir la rage déclarée,* qu'on ne sait pas encore guérir aujourd'hui ; mais le pouvoir guérisseur n'est plus invoqué que dans les cas désespérés ; et on pouvait craindre qu'après 20 siècles d'une gloire si chèrement acquise. la vipère ne vînt à tomber dans un définitif et humiliant oubli.

Mais s'il exista seulement, cet oubli ne fut ni complet, ni définitif ; et, puisque il est désormais acquis que tout le pouvoir de la vipère réside dans son venin, c'est sur la composition de ce venin que se concentre d'abord toute l'attention.

L'action locale hémorragique, si étendue et si impressionnante, fait aussitôt penser à une action digestive, et oriente les premières recherches vers les *ferments* : en 1843 Lucien BONAPARTE isole du venin de la *Vipera berus* une substance protéique que par comparaison avec la ptyaline de la salive humaine, il nomme *Vipérine*: en 1860 WEIR MITCHELL et REICHERT, en Amérique, découvrent de même dans le venin de Crotale un ferment qu'ils appellent *Crotaline;* d'autre part. FEDLER en 1878, en étudiant le venin de Cobra, signale la nature protéique de sa substance active, qu'il appelle *Najine*. Toutes ces substances sont tellement voisines que le Dr VIAUD-GRAND-MARAIS, auquel on doit une étude si intéressante sur les serpents de la Vendée, propose de les désigner toutes sous le même nom d'*Echidnine* ou *échidnase*.

En fait, les venins des serpents sont des produits très complexes, dans lesquels à côté de ferments qui agissent par leur seule présence, à la façon du serpent antique, il existe des substances à action directe, qui frappent les tissus, les organes et les humeurs avec une prédilection marquée pour le sang et les centres nerveux. Ces substances exclusivement venimeuses : *neurotoxines, cytotoxines, hémorragines...,* sont de nature protéique ; ce sont des toxalbumines.

Mais, ce qui fait le plus grand intérêt des venins et leur confère un grade supérieur pour ainsi dire parmi tous les poisons organiques, c'est que, *à côté et indépendamment des substances venimeuses, ils renferment aussi, comme les toxines bactériennes, des substances, non seulement inoffensives, mais vaccinantes,* auxquelles le venin entier doit seul son action antigène, et dont les substances venimeuses masquent l'effet quand la dose employée est trop forte.

Accoutumance

C'est grâce à ses substances antivenimeuses que le venin brut peut être utilisé à créer l'*accoutumance,* soit qu'on introduise le venin par la bouche, soit qu'on l'inocule dans les tissus.

Dans le premier cas, c'est une *Opothérapie particlle* inventée, dit-on, par Mithridate, et qui renaît à propos des venins ; mais le procédé nécessite l'absorption de doses trop élevées de venin, car la plus grande partie de celui-ci est détruite dans le tube digestif par la bile, comme l'a montré C. Phisalix, avant de passer par absorption dans l'organisme.

Aussi lui a-t-on bientôt substitué l'*inoculation préventive,* pratiquée d'instinct par diverses peuplades des régions infestées de serpents, et en particulier par les *Curados* de la côte orientale du Mexique, qui pratiquent ces inoculations avec les crochets des serpents eux-mêmes. En France, on savait d'ailleurs qu'au temps où les préparations à base de vipère étaient le plus en honneur, les chasseurs de vipère et les marchands, qui avaient résisté à une première morsure, étaient devenus insensibles aux suivantes, fait que l'expérimentation moderne a confirmé : c'est le venin entier que Fornara, en 1872, a pu employer ainsi pour accoutumer des chiens au venin de crapaud.

A quelques années de là, en 1886-87, le procédé était appliqué par Sewall, professeur à l'Université de Michigan, pour accoutumer des pigeons au venin d'un Crotaliné, le *Sistrurus catenatus ;* puis en 1890-91 par M. M. Kaufmann, à Alfort, pour accoutumer des chiens au venin de *Vipère aspic.*

Ce dernier procédé, qui constitue l'*accoutumance proprement dite,* est assurément un progrès sur l'opothérapie massive ou partielle, telles que les pratiquent encore les mangeurs de serpents, mais il expose l'organisme aux effets toujours redoutables des substances toxiques du venin, et en fait, un nombre apréciable de sujets meurent avant d'être accoutumés ; c'est donc un procédé dispendieux en venin et en animaux d'expérience et qui n'offre pas, en ce qui concerne l'homme, toutes les garanties désirables. Toutefois cette méthode rend encore des services dans les cas où la substance immunisante du venin est plus sensible aux agents d'atténuation que sa substance toxique.

Vaccination et sérothérapie antivenimeuses

Cette époque de l'accoutumance, qui ainsi dure encore, voit apparaître, vers 1880, celle de la découverte des microbes et de leurs sécrétions pathogènes, les *toxines.*

La comparaison devait bientôt s'établir entre ces dernières et les venins ; elle a conduit les biologistes à appliquer aux venins les moyens préconisés par Pasteur pour atténuer les toxines microbiennes, et *à substituer dans les essais de prévention, au venin entier, qui est très éprouvant, le venin atténué, c'est-à-dire ne gardant que ses composés inoffensifs et vaccinants.*

C'est encore au Jardin des Plantes médecinales, devenu le Muséum d'Histoire naturelle, que sont réalisées dès 1893-94 les expériences qui conduisent à la vaccination et à la sérothérapie contre le venin de la *Vipère aspic ;* mais on n'y torture plus les serpents : on se contente de leur retirer le venin après les avoir endormis, ou sacrifiés brièvement par décapitation.

MM. C. Phisalix et Bertrand donnent en 1894 les résultats qu'ils ont obtenus dans cette voie : *le venin de vipère dilué dans l'eau à* 1/5000, *et chauffé en vase clos pendant* 15 *m. à la température de* 75°, *perd ses propriétés toxiques et garde ses propriétés vaccinantes ;* c'est-à-dire que la solution ainsi chauffée, inoculée au cobaye à la dose qui serait mortelle sans le chauffage, soit 0 millig. 4, préserve l'animal contre l'inoculation, faite 8 à 10 jours après, de la même dose de venin non chauffé : *le cobaye est vacciné.*

En augmentant la dose immunisante de venin chauffé, on peut élever aussi la dose d'épreuve

jusqu'à la doubler et la tripler, c'est-à-dire jusqu'à une dose que la vipère n'est pas susceptible d'inoculer en une seule morsure.

Le résultat le plus intéressant de la vaccination contre le venin de vipère, c'est que *le sang de l'animal sensible qui a été vacciné est devenu antivenimeux*, c'est-à-dire que *mélangé in vitro en proportions convenables avec une solution de venin, il en neutralise l'action toxique, et que inoculé aux animaux mordus ou expérimentalement envenimés, il combat efficacement tous les symptômes généraux de l'envenimation*. Il est ainsi à la fois préventif et curatif contre l'action du venin de vipère.

Tandis que le venin de *Vipère* était ainsi, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, transformé en vaccin, et le sang du cobaye en sérum antivenimeux, le Dr A. Calmette, à l'Institut Pasteur de Lille, essayait pareillement d'atténuer le venin de Cobra par le chauffage; or ce venin, comme celui d'autres espèces (*Coronelle, Cœlopeltis, Héloderme...*) ne commence à perdre son pouvoir toxique que vers la température de 90°, celle où le pouvoir vaccinant commence lui-même à être altéré : d'où l'insuccès dans cette voie des premiers essais d'atténuation par le chauffage du venin de Cobra, et la nécessité d'employer d'autres agents modificateurs : c'est l'*hypochlorite de chaux* en solution à 1 % qui a servi à M. Calmette à atténuer le venin de Cobra pour en faire un vaccin; des solutions de venin et d'hypochlorite, où les proportions de venin allaient progressivement en croissant, furent injectées à des lapins, qui arrivèrent à supporter une dose plusieurs fois mortelle de venin de Cobra : *ils étaient vaccinés, et leur sang était à la fois préventif et curatif contre le venin de Cobra*, mais non contre tous les venins, car ceux-ci ne sont pas identiques, comme on pouvait le supposer d'abord.

Les expériences de MM. Phisalix et Bertrand sur le venin de vipère, celles de M. A. Calmette sur le venin de Cobra constituent la base scientifique de la sérothérapie antivenimeuse, que, dès 1896, M. le Dr Calmette a pu appliquer à l'homme et faire passer dans la pratique courante.

Toutes les recherches faites depuis la découverte des sérums antivipère et anticobra ont confirmé la spécificité de ces sérums telle que l'avait soutenue dès le début C. Phisalix, et montré l'intérêt pratique, pour un sujet mordu par un serpent, de connaître avec précision l'espèce incriminée ; et en outre la nécessité de préparer pour chaque espèce locale, des sérums dits, pour cette raison, *monovalents*, en même temps qu'un *sérum polyvalent*, préparé avec un mélange des venins de ces espèces pour les cas, encore assez fréquents, où le serpent mordeur n'a pu être identifié.

La sérothérapie antivenimeuse est actuellement la seule méthode de traitement qui permette d'atteindre efficacement le venin lorsque celui-ci a déjà passé dans la circulation, c'est-à-dire lorsque le sujet mordu n'a pu recevoir de soins immédiats, et la seule capable, avons-nous dit, de lutter simultanément contre tous les symptômes de l'envenimation. Aussi depuis sa découverte en France, a-t-elle pris une extension considérable dans tous les pays infestés de serpents venimeux : *l'Australie, les Indes françaises et anglaises, l'Afrique, les Etats-Unis, le Brésil, la République Argentine*, ont actuellement leurs instituts antiophidiques où elle est appliquée systématiquement.

La vaccination et la sérothérapie antivenimeuses constituent jusqu'à présent l'application principale des venins, qui ont autant de chances pour se développer et se maintenir que les espèces venimeuses en ont d'échapper à une destruction totale : mais ce n'est pas la seule, car les venins, qui créent l'immunité contre leur propre action, *sont également capables de la créer contre d'autres venins* analogues ou antagonistes, *contre des toxines microbiennes*, et même *contre le virus rabique* : nous avons montré, en effet, que des lapins, qui sont vaccinés à la fois avec du venin de vipère et du venin muqueux de Salamandre, résistent à l'inoculation intracérébrale de virus rabique fixe, qui tue infailliblement, en 12 à 15 jours, les lapins non préparés.

Les *venins du sang* des animaux venimeux retentissent directement sur leurs échanges nutritifs, question qui reste encore à développer ; et nous avons montré qu'*ils sont une des sources de l'immunité naturelle* de la Vipère et de la Couleuvre à collier, vis-à-vis du venin dorsal convulsivant de la Salamandre. Ainsi les serpents venimeux se servent de leur venin d'abord pour eux-mêmes dans leurs processus intimes avant de les utiliser extérieurement, peut-on dire, soit à l'attaque de la proie, soit à la défense de l'individu et de l'espèce.

Les découvertes faites depuis 1880, c'est-à-dire depuis l'ère officielle des microbes et de leurs toxines, nous en ont infiniment plus appris sur les venins que les vingt siècles qui ont précédé.

Il est à prévoir que ces venins par la multiplicité de leurs substances actives, venimeuses et antivenimeuses, nous réservent d'autres acquisitions, qui suivront les progrès incessants des sciences biologiques.

Les serpents, qui ont le monopole exclusif de l'élaboration de leur venin, qui portent en eux-mêmes, contrairement à la plupart des malfaiteurs, le remède aux maux qu'ils causent ; qui sont par ailleurs des protecteurs de nos récoltes par la chasse qu'ils font aux rongeurs, aux oiseaux, et aux espèces prédatrices en général, ont semble-t-il, quelque droit à notre tolérance, droit qui n'exclut pas d'ailleurs celui d'en limiter le nombre, ni les moyens efficaces de s'en protéger.

Aussi gardera-t-on l'espoir, un peu chimérique, de les supprimer tous et de rendre ainsi inutile la lutte antiophidique, qu'il conviendrait auparavant d'imiter le serpent d'Epidaure, de se pencher comme lui sur la coupe de la Science et, comme lui encore, de se mirer dans le miroir de la Prudence.

Marie PHISALIX.
Docteur ès-sciences.

REVUE INDUSTRIELLE

L'EMPLOI DU COURANT ALTERNATIF DANS LES POSTES DE RÉCEPTION DE T. S. F.

La diffusion des nouvelles par la téléphonie sans fil, de plus en plus répandue dans les divers pays, a suscité un très vif intérêt et elle a singulièrement augmenté le nombre des postes de réception. Comme conséquence de cette augmentation on a vu reparaître, et même officiellement préconiser, l'usage du bon vieux détecteur à galène qui paraissait détrôné par la prééminence des lampes à vide. Mais, en même temps, on s'apercevait que la galène seule était souvent impuissante et qu'on devait recourir, pour avoir une réception convenable, précisément à l'emploi des lampes en question.

Ces lampes sont des instruments merveilleux et d'ailleurs bien connus de nos lecteurs. Nous n'en décrirons pas le fonctionnement, mais nous rappellerons qu'elles exigent une source auxiliaire d'électricité, et même sous deux tensions différentes. Pour chauffer le filament, il faut prévoir une tension d'environ 4 volts et un débit d'environ deux tiers d'ampère par lampe, tandis que la plaque réclame un courant continu, très faible assurément, mais sous une tension de 40 à 100 volts, suivant les montages.

La source d'électricité est presque toujours une batterie d'accumulateurs ou quelquefois des petites piles pour la haute tension. Dans les deux cas, on a affaire à des appareils assez encombrants et coûteux, des plus délicats à manœuvrer et d'une propreté douteuse. Ceci a son importance pour les postes d'amateurs. Ajoutons que les accumulateurs demandent une certaine surveillance pour être maintenus en bon état et surtout leur recharge est un problème fort ennuyeux pour quiconque ne dispose pas à son domicile de courant continu industriel, ce qui est la majorité des cas.

Au contraire, le courant alternatif industriel est de plus en plus répandu, à la ville comme à la campagne. L'utiliser pour la charge des accumulateurs est certainement possible, mais seulement au moyen d'appareils spéciaux, de prix élevé et de fonctionnement peu pratique pour les personnes non versées dans la mécanique ou l'électricité. Nous avons donc cherché à employer directement l'alternatif industriel pour l'alimentation des lampes de réception de T. S. F., en supprimant piles et accumulateurs auxiliaires. Nous croyons y avoir réussi précisément en combinant avec les lampes la détection sur galène dont nous signalions plus haut la résurrection après une période de défaveur imméritée.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE. — En alimentant, sous les tensions convenables, par de l'alternatif le filament et la plaque d'une lampe de réception fonctionnant en amplificatrice à haute fréquence, on constate aisément que le circuit de plaque est parcouru simultanément par deux alternances bien différentes. L'une a la fréquence des signaux de T. S. F., c'est-à-dire de l'ordre d'au moins 10.000 périodes par seconde et pouvant atteindre 1.000.000. L'autre a le rythme de l'alternatif industriel, de 25 à 60 périodes par seconde. C'est la basse fréquence ainsi produite qui amène dans les écouteurs un bourdonnement assourdissant dont la suppression s'impose.

Nous y avons procédé en établissant sur le circuit plaque, un système oscillant (self et capacité) réglé à la longueur d'onde des signaux de T. S. F. dont on désire la réception. Ce circuit oscillant offre une très grande résistance aux

courants de la fréquence sur laquelle il est accordé. Il se laisse au contraire traverser aisément, n'étant nullement en résonnance avec lui, par le courant alternatif industriel. Il en résulte que ce dernier s'écoule sans difficulté à travers l'ensemble self-capacité, tandis que les alternances en haute fréquence de T. S. F. y sont arrêtées. On n'a donc plus qu'à brancher, en parallèle sur le circuit accordé, un système détecteur ordinaire, galène et téléphones en série. Les signaux rectifiés par la galène sont perçus dans les écouteurs sans être perturbés par l'alternatif, puisque celui-ci n'a plus à traverser les téléphones.

On voit donc que la méthode est une simple mise en œuvre du système bien connu du triage des longueurs d'ondes différentes au moyen de circuits de résonnance, circuits souvent appelés filtres ou bouchons par les électriciens professionnels et dont nous nous sommes bornés à faire une application au problème de l'élimination de l'alternatif gênant.

Source de l'alternatif. — Celui-ci est emprunté au réseau industriel et ramené au potentiel convenable au moyen de transformateurs appropriés. Ceux-ci sont d'ailleurs des transformateurs usuels à noyau de fer. (1)

Le primaire est relié au secteur à travers un interrupteur et les fusibles d'usage. Les secondaires sont : les uns de 4 ou 5 volts pour le chauffage des filaments des lampes, les autres de 40 à 200 volts pour la tension des plaques.

En ce qui concerne le chauffage il suffit d'amener directement aux lampes l'alternatif à basse tension; un petit rhéostat de quelques ohms est utile pour obtenir l'intensité juste convenable. Pour ce qui est de la haute tension, toutefois, son utilisation demande une petite complication supplémentaire. Il y a en effet intérêt à n'envoyer sur la plaque de la lampe que du courant de sens positif, ce qui revient à supprimer les alternances négatives. Pour ce faire, le plus pratique nous a paru être de constituer une sorte de soupape à vide au moyen d'une lampe de réception de T. S. F. dont la plaque et la grille sont reliées électriquement ensemble de façon à la transformer en lampe à deux électrodes. Le filament de la lampe-soupape étant chauffé par de l'alternatif à 4 ou 5 volts, le courant ne peut passer, conformément à la théorie classique des redresseurs à vide, que dans le sens plaque vers filament. Ce dernier joue donc le rôle d'un pôle positif. Comme, d'autre part, la résistance intérieure de la lampe redresseur amène une forte chute de potentiel, il est bon de prévoir un voltage suffisamment élevé sur le secondaire destiné à fournir le courant redressé, 200 volts par exemple, pour alimenter en haute tension un amplificateur à résistance.

On pourrait, en employant deux lampes-soupapes, obtenir le redressement des deux alternances de l'alternatif. Nous avons constaté expérimentalement que c'était là une complication inutile et qu'il suffisait de placer en dérivation, entre les deux conducteurs amenant le courant rectifié, un condensateur au papier d'une valeur de un à deux microfarads. Ce condensateur, du type employé dans la téléphonie sur fil, fait fonction de volant et atténue suffisamment en pratique les interruptions dues à la suppression des alternances négatives du courant du secteur.

Montage pratique. — La figure 76 représente un poste d'un caractère général permettant à la fois de voir la mise en application des principes précédents et les différentes modifications dont ces derniers sont susceptibles suivant le gré de l'expérimentateur.

Tout à fait à gauche de la figure, on trouve l'appareil d'accord du poste de réception. Pour simplifier, nous avons indiqué seulement une self d'antenne complétée par un condensateur réglable en parallèle. Mais ce pourrait être aussi un montage en Oudin ou en Tesla ou un cadre. Dans tous les cas, on reliera l'appareil d'accord aux bornes A et B de l'amplificateur à lampes. Cet amplificateur peut être également d'un modèle quelconque à résistance-capacité ou par transformateurs, pourvu qu'il soit entièrement à haute fréquence et n'agisse en rien comme détecteur. Cette condition est essentielle pour arriver à éliminer les bourdonnements parasites de la fréquence de l'alternatif industriel.

Nous avons, sur la figure 76, représenté un type classique d'amplificateur à résistances. Pour ne pas charger inutilement le dessin, nous avons indiqué seulement deux lampes amplificatrices. On peut n'en mettre qu'une seule ou au contraire plusieurs en cascade. Il suffit pour cela de se reporter aux ouvrages spéciaux de télégraphie sans fil. On devra toutefois, en cas d'utilisation de lampes multiples, s'assurer que l'alternatif à basse tension est fourni avec un débit suffisant pour chauffer convenablement les di-

(1) Pour les petites puissances, les transformateurs marque Ferrix sont très pratiques. Leur constructeur met au surplus en vente des modèles spécialement adaptés à la T. S. F. suivant les méthodes décrites en cet article.

vers filaments. C'est une question de construction du secondaire du transformateur facile à résoudre.

Revenant à la figure, nos lecteurs trouveront, sur le circuit plaque de la deuxième lampe, le circuit spécial qui constitue l'élément nouveau du poste et que nous avons désigné sous le nom d'étouffoir. Comme nous le disions plus haut, ce circuit comprend une self et un condensateur réglables dont l'ensemble doit être accordé sur la longueur d'onde du poste émetteur que l'on désire entendre. En dérivation, se trouve la galène détectrice et les téléphones de haute résistance (1.000 à 8.000 ohms) munis eux-mêmes, en shunt, d'un petit condensateur fixe de 3 à 5 millièmes de microfarad. C'est, en un mot, un

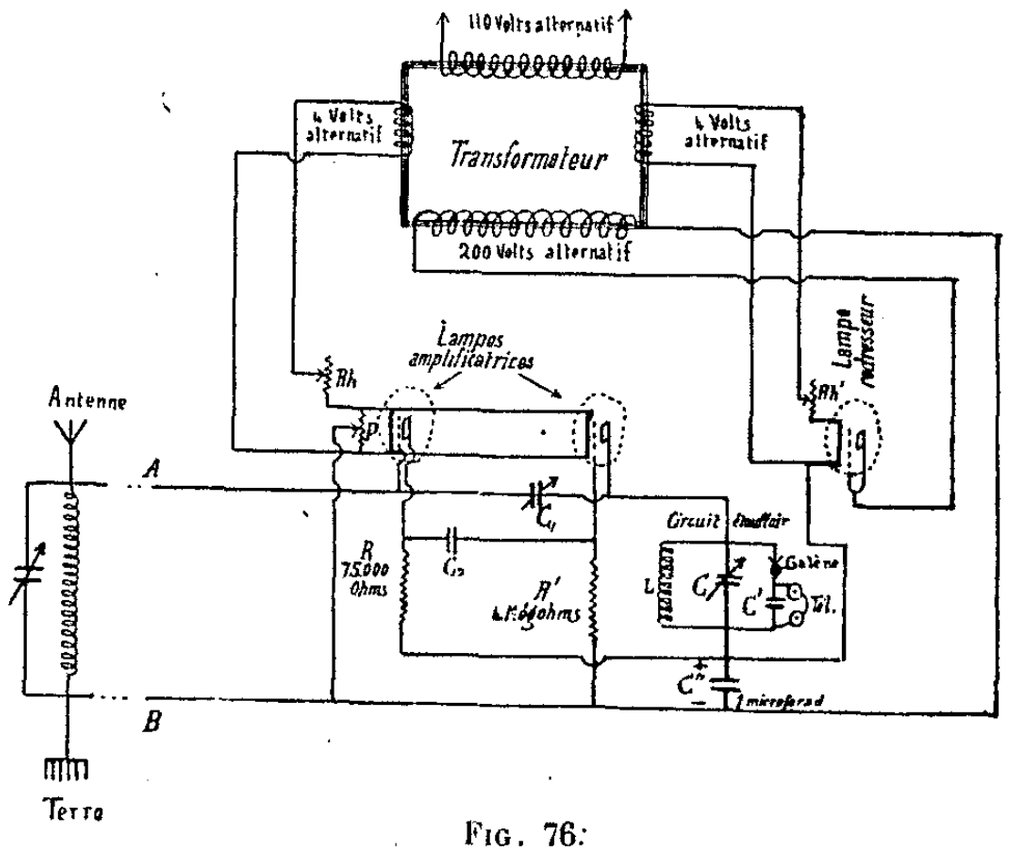


FIG. 76.

ensemble analogue à la portion dite secondaire dans un montage en Tesla sur galène.

A droite de la figure, nous avons placé la lampe redresseur à deux électrodes et en haut le transformateur unique à quatre enroulements distincts. On retrouvera facilement, en suivant les connexions, la mise en jeu de la méthode de redressement indiquée plus haut. Le condensateur C'', de un à deux microfarads, est placé comme indiqué et sa position permet de voir qu'en plus de son rôle de volant, il assure le passage aisé des ondes de haute fréquence circulant dans les circuits plaques des lampes amplificatrices.

Pour ceux de nos lecteurs désireux d'avoir des détails pratiques, nous mentionnerons que le condensateur réglable C ne doit pas dépasser un millième de microfarad, le condensateur de liaison C_2 est fixe et d'une valeur à préciser expérimentalement de un à cinq dix-millièmes de microfarad. Les résistances sont pour R de 75.000 ohms environ, de 4 méghoms pour R'. Les rhéostats des lampes Rh et Rh' valent de un à cinq ohms.

On remarquera encore, sur la figure 76, deux appareils accessoires, utiles mais non indispensables. C'est d'abord un potentiomètre *p* d'une valeur de 400 à 1.000 ohms, placé en dérivation sur le circuit de chauffage des lampes amplificatrices et à la prise médiane duquel viennent aboutir les fils de retour des circuits filaments-grilles des dites lampes. Ce mode de liaison assure une meilleure pureté du son à la réception qui autrement aurait une certaine tonalité vibrée due au changement de polarité des extrémités des filaments à chaque alternance. Le courant est en effet ici utilisé sans aucun redressement. Ce potentiomètre réalise d'ailleurs une méthode dite par prise équipotentielle et qui a été préconisée comme pouvant servir à elle seule pour employer l'alternatif. L'expérience nous a montré que cette méthode était insuffisante et ne valait que comme complément du système du circuit-étouffoir.

On relèvera enfin la liaison, entre la grille de la première lampe et la plaque de la seconde, réalisée par un très petit condensateur C_1 réglable de l'ordre de cinq cent-millièmes de microfarad au maximum. Ce condensateur, appelé souvent compensateur, sert à assurer un couplage dit de réaction permettant à la fois l'amplification de la réception et l'audition des ondes entretenues. Nous renvoyons, une fois de plus, nos lecteurs sur ce point aux traités généraux de radiotélégraphie.

HÉTÉRODYNE SUR ALTERNATIF. — Comme nous venons tout justement de le voir, la méthode du compensateur permet la réception des émissions entretenues. Mais, dans la plupart des cas, on préfère utiliser, pour entendre ces dernières, un appareil séparé dit hétérodyne. Nous supposerons également connu le fonctionnement de ce dernier, mais nous indiquerons ici comment il peut être mis en usage en employant uniquement le courant alternatif industriel.

La figure 77 indique le montage, qui est d'ailleurs beaucoup plus simple que celui du poste principal. L et C sont la self et le condensateur variables qui constituent le circuit hétérodyne proprement dit à coupler faiblement avec le poste normal. La lampe de gauche est celle servant à assurer la naissance des oscillations indispensables dans le circuit LC. Elle est alimentée par l'alternatif directement en basse

tension et, en haute tension, au moyen d'une lampe redresseur figurée à droite. On retrouve aisément sur la figure les rhéostats de réglage du chauffage des deux lampes, la connexion électrique de la grille et de la plaque de la lampe redresseur, le condensateur volant de un à deux microfarads, le transformateur à secondaires multiples. Le tout fonctionne comme nous l'expliquions plus haut, aucun circuit trieur ou étouffoir n'étant ici nécessaire puisque l'hétérodyne n'est appelé à travailler que conjointement avec un poste principal pourvu de cette annexe indispensable.

RÉSULTATS OBTENUS. — Les montages ci-dessus décrits sont utilisés depuis plusieurs mois par de nombreux correspondants et nous-même. Ils

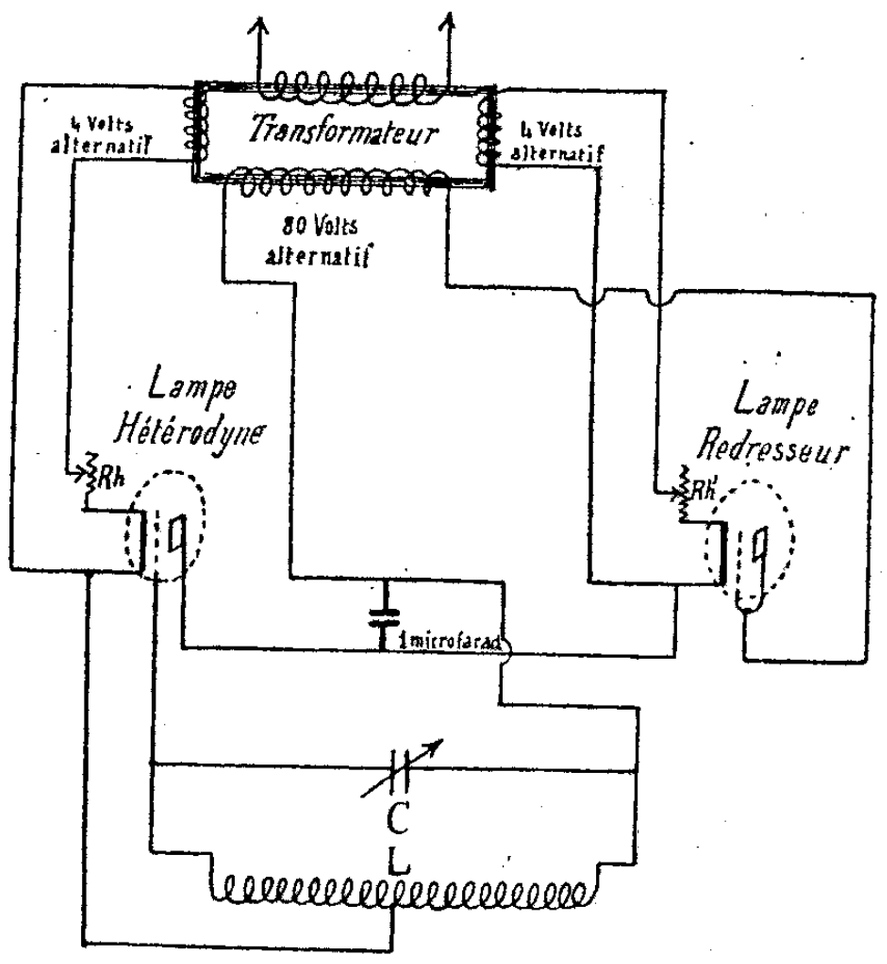


FIG. 77.

permettent de recevoir tous les genres d'émissions, amorties, entretenues, et téléphonie sans fil. Suivant les goûts de chacun, ils comportent un ou plusieurs étages d'amplification et utilisent les antennes les plus diverses. Nous n'avons donc pas à indiquer ici les rayons de réception qui dépendent essentiellement des caractéristiques de l'antenne et de l'appareillage employé, mais nous mentionnerons le point fondamental que la réception, sur alternatif seul, est de même intensité, toutes autres choses égales d'ailleurs, qu'en employant des accumulateurs ou piles suivant les méthodes usuelles.

Nous ne dissimulerons pas les objections que l'on peut nous faire. C'est d'abord, pour la haute tension, la nécessité d'utiliser une lampe-redresseur spéciale et un condensateur supplémentaire. C'est ensuite le circuit étouffoir qui réclame un condensateur réglable et un jeu de selfs venant s'ajouter aux appareils d'accord du circuit d'antenne. C'est surtout l'emploi de la galène à qui l'on reproche son instabilité capricieuse.

Tout cela est fort exact, encore que nous croyons que l'on a beaucoup exagéré l'instabilité de la galène dont la sensibilité détectrice est nettement supérieure à celle des lampes à vide. On pourrait d'ailleurs lui substituer sans inconvénient des détecteurs à contact indéréglables comme ceux à pyrite de fer. Pour le surplus, les inconvénients signalés plus haut sont certains, mais ils offrent comme compensation l'absence d'accumulateurs dont le coût et l'entretien sont pour beaucoup des obstacles prohibitifs à l'emploi des lampes à vide en T. S. F.

Pour éviter toute désillusion, nous croyons devoir inviter nos lecteurs à ne pas chercher à utiliser l'alternatif pour alimenter des lampes fonctionnant en détectrices ou comme amplificatrices en *basse fréquence*. La chose n'est pas théoriquement impossible, et nous pensons bien que des chercheurs la réaliseront bientôt. Mais nous avons voulu, en cet article, nous borner aux résultats certains et réalisables immédiatement. Nous sommes donc d'autant plus fondé à conseiller, pour tout ce qui concerne l'amplification en haute fréquence, télégraphie ou téléphonie sans fil, l'usage de l'alternatif industriel, à la fois simple, économique, propre, d'entretien nul et toujours prêt à fonctionner aussi facilement que l'on allume une lampe de bureau. Nous sommes porté à voir, sans trop d'amour-propre, dans la méthode que nous préconisons, celle actuellement la plus pratique pour la réception courante des merveilleuses émissions de téléphonie sans fil, qui soulèvent partout un enthousiasme justifié.

Marcel MOYE,
Professeur à l'Université de Montpellier.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mécanique

Mesure du rendement des pompes par la méthode thermométrique. — MM. Barbillion et Poirson proposent d'appliquer à la mesure du rendement des pompes la méthode thermométrique qu'ils ont déjà appliquée avec succès à la mesure du rendement des turbines hydrauliques. Soit H la hauteur de refoulement, au manomètre placé à l'amont de la pompe, a la hauteur d'aspiration, θ_1 la température de l'eau aspirée, θ_2 celle de l'eau de la conduite de refoulement à sa sortie de la pompe, θ'_2 la température de l'eau détendue prélevée en amont de la pompe sous H mètres de pression.

La puissance utile est $P=Q(H+a)$ kgmètres.

Les pertes dans la pompe sont : $p=425Q(\theta_2-\theta_1)$

Or l'échauffement $\theta'_2-\theta_2$ de l'eau que l'on soutire à la sortie de la pompe est comme l'on sait :

$$\theta'_2-\theta_2=\frac{H}{425} \text{ degrés centigrades}$$

d'où

$$\theta_2=\theta'_2-\frac{H}{425}$$

Les pertes sont donc

$$p=425\,Q\left(\theta'_2-\frac{H}{425}-\theta_1\right)=425\,Q\,(\theta'_2-\theta_1)-QH$$

le rendement

$$\eta=\frac{P}{P+p}=\frac{Q(H+a)}{Q(H+a)+425(\theta'_2-\theta_1)Q-QH}=\frac{H+a}{425(\theta'_2-\theta_1)+a}$$

L'échauffement de l'eau est assez considérable pour être facilement mesuré avec précision. L. R.

Physique

Utilisation des particules α comme détonateurs.— Les particules α des substances radioactives ont acquis un intérêt théorique considérable lorsqu'on a reconnu, il y a bien des années déjà, qu'elles s'identifient avec des atomes d'hélium privés de deux électrons, c'est-à-dire porteurs d'une double charge positive élémentaire. Rappelons, en passant, que cette découverte a eu pour conséquence immédiate l'abandon des premiers modèles d'atomes qu'on avait imaginés. Il fallait, en effet, tenir compte de la pénétration, par des noyaux d'hélium, d'épaisseurs notables de matière, quelques centimètres d'air par exemple, ce qui équivaut à un nombre immense d'atomes traversés. On fut amené à se représenter les atomes comme des systèmes extrêmement lacunaires, dans lesquels toute l'électricité positive se trouve rassemblée au centre ; on parvint, dans cette voie, à la conception de Rutherford-Bohr, si en faveur aujourd'hui.

On dispose, avec les rayons α, de projectiles matériels animés de vitesses prodigieuses, de l'ordre de 20.000 kilomètres par seconde. Sir Ernest Rutherford a trouvé que, sous leur action, un certain nombre d'éléments peuvent se désagréger avec libération d'hydrogène (1). Cette désintégration artificielle des atomes réalise, en quelque sorte, le rêve antique des alchimistes ; elle vient à l'appui de la théorie selon laquelle toute matière se réduit, en dernière analyse, à des atomes d'électricité négative et positive, électrons et protons, le proton n'étant autre que le noyau d'hydrogène.

A Cambridge, au Laboratoire Cavendish, qui a déjà vu les admirables travaux des Thomson, des Rutherford et des Aston, G.-H. Henderson vient d'utiliser comme détonateurs les projectiles rapides que sont les rayons α (1)

On peut penser qu'une particule α, rencontrant la matière, y donne lieu à une élévation brusque de température, et jouant alors le rôle d'un détonateur, est capable de provoquer l'explosion d'une substance suffisamment instable. C'est ce qu'on a effectivement vérifié sur l'explosif bien connu, l'iodure d'azote.

Le phénomène se prête à une belle expérience de cours. On prépare l'iodure d'azote à la façon habituelle, à partir d'iode finement pulvérisé et d'ammoniaque. On le fait exploser en l'irradiant à faible distance par une source radioactive intense, telle que le dépôt actif du radium. On montre sans peine, à l'aide d'écrans d'épaisseur convenable, que seuls les rayons α interviennent, et non les autres.

Ce n'est pas la première particule α, frappant la substance qui cause l'explosion ; il semble y avoir là une question de probabilité. Si, à 1 cm de distance d'une surface d'iodure de 0 cmq, 1, on place une source de Ra-C équivalente, comme rayonnement α, à environ trois milligrammes de radium, l'explosion se produit au bout d'une vingtaine de secondes, après l'impact de 10^7 à 10^8 particules α. Ce temps est abrégé si l'on augmente, soit les dimensions de la surface d'iodure d'azote, soit l'intensité de la source radioactive. S. V.

(1) Voir *Revue Scientifique*, 26 août 1922, p. 558.

Acoustique

Intensité minima des sons perceptibles pour l'oreille dans le cas des fréquences élevées. — On a déjà fait beaucoup d'expériences dans le but de déterminer l'énergie sonore minima nécessaire pour l'audition, mais la plupart de ces recherches se limitent aux fréquences inférieures à 4000 v/s. Il résulte cependant de ces travaux un fait important : la sensibilité de l'oreille augmente jusqu'au voisinage de la fréquence de 2000 v/s, puis reste à peu près constante, au moins jusqu'à la fréquence de 4000 v/s. Dans un travail tout récent, M. C.-E. Lane, de l'Université d'Iowa, a pu confirmer ces résultats en les précisant, et en les étendant jusqu'aux fréquences les plus élevées perceptibles à l'oreille humaine.

L'auteur s'est servi comme source sonore du nouveau générateur de son, dû à M. C.-W. Hewlet, de la même Université. En principe, l'appareil comprend une surface rayonnante de 10 cm. de diamètre, mise en vibrations au moyen d'une bobine parcourue par un courant alternatif de fréquence et intensité connues. L'une des faces du diaphragme est entièrement dégagée pour le libre passage des ondes sonores qui émanent de sa surface, tandis que, de l'autre côté, le type de bobine employé n'affecte que peu le passage du son émis par la face opposée. La théorie de l'appareil permet un calcul facile de l'amplitude des mouvements du diaphragme et de l'énergie sonore rayonnée, en fonction du courant

(1) *Nature*, 10 juin 1922, p. 749.

passant dans la bobine motrice. On pouvait en déduire sans peine l'intensité sonore parvenant à l'oreille.

Les expériences étaient faites la nuit, à l'extérieur, sur une petite plate-forme élevée de 5 mètres au-dessus du sol, l'oreille étant disposée à 150 cm de la source.

On a dressé par cette méthode des courbes de sensibilité en fonction de la fréquence pour huit oreilles normales, les âges des sujets étant compris entre 19 et 35 ans.

L'intensité minima perceptible a été trouvée rester pratiquement constante pour des fréquences allant de 2.000 à 14.000 v/s, et elle a pour valeur 7.10^{-8} ergs par cm² et par seconde. Au-dessus de 14.000 v/s, la sensibilité décroît de plus en plus rapidement, jusqu'à ce que, entre 18.000 et 20.000 v/s, selon les individus, une intensité de 0,1 erg par cm² et par seconde n'était plus perceptible.

On a en outre observé, au cours de ces expériences, une variation de la limite de perception avec l'âge, la fréquence limite spérieure étant considérablement plus haute pour les enfants et plus basse pour les personnes âgées que pour les jeunes adultes normaux.

L. Br.

Physique du Globe

Etude expérimentale de la propagation du son dans l'atmosphère. — Le Ministère de la Guerre et l'Institut Météorologique Royal des Pays-Bas organisent actuellement, à la demande de la Commission internationale pour l'exploration de la haute atmosphère, une expérience sur cette question.

But de l'expérience. — On a souvent constaté, lors des grandes explosions, des anomalies dans la propagation du son : zone de perceptibilité normale, zone de silence, nouvelle zone anormale de perceptibilité au delà de 100-160 km.

Il est évident qu'il y a souvent une corrélation nette entre ces anomalies et l'état atmosphérique (vent, gradient vertical de la température), mais, faute d'observations suffisantes, on n'a pu, dans la plupart des cas, expliquer quantitativement les lois physiques qui régissent la propagation du son. Dans d'autres cas, il semble difficile d'expliquer, d'une manière satisfaisante, les phénomènes observés, en se basant sur l'état de la partie inférieure de l'atmosphère sans utiliser les connaissances, déjà acquises, sur la constitution dans les plus hautes régions.

Les deux théories principales proposées pour l'explication des phénomènes sont : 1° celle de l'inflexion de la surface ondulatrice (Rayleigh, Stokes) sous l'influence du vent, jointe à la variation de la température; 2° celle de la réfraction des ondes sonores, dues aux variations dans la constitution de la haute atmosphère (Borne, Wegener) ; les objections théoriques contre cette dernière théorie ne sont pas tout à fait convaincantes. On a fait remarquer, récemment, de divers côtés, qu'il y a lieu de tenir compte de la diffraction du son.

Dans ces conditions, la solution du problème ne semble pas possible sans une étude internationale de la propagation du son après une explosion prévue, effectuée à un moment choisi et annoncé d'avance.

A côté du problème exclusivement physique, cette expérience donne, en même temps, la possibilité d'arriver à des conclusions relatives aux conditions atmosphériques à des hauteurs inaccessibles aux explorations aérologiques.

C'est pour ces raisons que la Commission pour l'exploration de la haute atmosphère, sur une proposition de M. de Quervain, a chargé une Sous-Commission composée de MM. Van Everdingen, Enjiwhars, Jaumotte, Maurain, Oddone et de Quervain, de poursuivre la réalisation d'une telle explosion. M. Oddone a particulièrement attiré l'attention sur l'importance des résultats qu'on pourrait obtenir dans l'étude des tremblements de terre en utilisant les explosions.

La Commission, après avoir élu président M. de Quervain, s'est adressée aux Ministères de la Guerre de divers pays pour obtenir leur collaboration dans le cas de destruction obligatoire d'explosifs. La première réponse favorable est venue du Ministère de la Guerre des Pays-Bas.

Quoique la proximité de la mer et l'impossibilité de trouver un terrain favorable dans la partie méridionale de ce pays diminuent peut-être la valeur des résultats, la Commission a accepté volontiers de commencer ses travaux, convaincue que cet exemple sera suivi dans d'autres régions plus favorables. Elle sollicite tous les concours en insistant sur ce point que toute initiative personnelle, dépassant même les limites du programme qui est indiqué plus loin, sera appréciée.

MM. de Quervain et Van Everdingen, au nom de la Sous-Commission, demandent aux spécialistes de vouloir bien étudier ce programme et de prêter leur appui en collaborant aussi activement que possible, suivant les moyens dont ils disposent, à l'œuvre entreprise.

Quand les préparatifs nécessaires seront terminés, l'Institut Météorologique Royal des Pays-Bas choisira un jour favorable (si possible par haute pression atmosphérique dans l'Europe centrale et occidentale) et indiquera le moment choisi un jour d'avance par télégraphe aux Bureaux Météorologiques et Sismiques voisins, qui sont priés de le communiquer par la presse, par radio (p. ex. après les dépêches météorologiques collectives), etc... Dans le programme, la Commission indique les observations qu'elle juge utiles.

Programme. — Sur le champ d'exercice d'artillerie d'Oldbroek, près de Zwolle (endroit exact où γ Paris $= 3°39'25'' - \gamma = 5°59'40'' - \beta = 52°29'56''$) on fera exploser à 19 h. 30 (temps de l'Europe occidentale) 5.000 à 10.000 kg de perchlorate d'ammonium. Cette expérience sera précédée d'une explosion plus petite à 19 h. 25, portant sur une masse de 500 kg.

On prendra soin d'enregistrer aussi exactement que possible le moment de l'explosion.

Observations à faire. — *a)* Observations personnelles ou instrumentales du son, possibles probablement dans certaines directions jusqu'à 250 km. (Cuxhaven, Hannover, Coblence, Dinant, Ostende).

A observer :

1° Heure exacte (au moins à la seconde) lue sur bonne montre, dont la correction a été déterminée peu après ou avant l'observation et, quand il ne s'agit pas de montre de précision avec marche connue, aussi le jour avant ou après [comparaison avec les horloges d'observatoires astronomiques, signaux horaires (aussi radio)] l'indication de la précision obtenue sera très utile ;

2° Direction d'où semble venir le son (azimut et distance du zénith);

3° Intensité du son : 1. presque perceptible même pour observateur prévenu ; 2. assez perceptible ; 3. perceptible même pour observateur imprévu ; 4. assez fort;

5. fort et inquiétant ; 6. effrayant; 7. accompagné de tremblements (fenêtres, portes) ; 8. faisant impression de tremblement de terre.

Il importe d'observer que dans la zone anormale de perceptibilité, les tremblements de terre (7), parfois même (8), peuvent arriver sans accompagnement d'un son appréciable ;

4° Caractère du son, dédoublement prolongement, durée des intervalles ;

5° Temps pendant l'audition [vent (force et direction), état du ciel, direction des nuages, température de l'air].

N.-B. — La constatation qu'un observateur attentif, situé à l'intérieur du cercle de 250 km, n'a pu rien entendre est à enregistrer.

Il serait désirable, en outre, que des observateurs et correspondants réguliers des Instituts centraux, en nombre aussi grand que possible, coopèrent à ces observations.

b) Observations aérologiques :

Comme il convient de connaître les conditions atmosphériques, au moins jusqu'à la hauteur de la stratosphère, et les altitudes que les ballons sondes atteindront, leurs hauteurs normales n'étant pas connues d'avance, il est désirable de choisir une surface un peu plus grande (rayon 400-500 km.) pour les observations.

Les observations qu'il serait bon d'effectuer à des instants aussi rapprochés que possible du moment de l'explosion sont :

1° Des ascensions de ballons pilotes ;

2° Des ascensions de ballons sondes ou de ballons captifs (cerf-volants, aéroplanes) aussi haut que possible ;

3° Des observations de la direction et de la vitesse des nuages.

Il va sans dire que des observations au niveau du sol devraient suppléer les observations aérologiques.

On pourrait ajouter qu'à l'intérieur du cercle 200-250 km. les observations du son en ballon libre pourraient être très intéressantes.

c) Observations sismiques :

Les stations sismiques sont priées d'observer avec toute la précision possible les instants d'arrivée des ondes sismiques ou des ondes sonores, transmises par l'air, et, si possible, de mettre en fonction des appareils spéciaux de grande sensibilité.

Dans divers cas on a observé des explosions à l'aide de sismographes jusqu'à une distance de plusieurs centaines de kilomètres (p. ex. à de Bilt, ondes sonores à l'air : sismographes Wiechert (V. + 180) et Galitzine ; l'explosion de Kent, distance 330 km. ; explosion du Nord de l'Angleterre, octobre 1917, distance environ 500 km. ; ondes terrestres : Oppau, septembre 1921, distance 370 km.). Les instruments à agrandissement modéré (100 à 200) et vitesse d'enregistrement ordinaire (1 à 2 cm. p. m.) ne peuvent donner que peu de détails ; il faudrait opérer avec des instruments comme le pendule de 17.000 kg.. de Wiechert à Gottingen ou les instruments WiechertMintrop.

L'installation d'instruments de ce dernier type pas trop loin de l'endroit de l'explosion et de chronographes dans le voisinage immédiat serait fort utile. On s'attend à une vitesse apparente des ondes, dans le sol de 5 à 6 km. p. s., dans l'air de 340 à 350 m. p. s.

Les Bureaux Météorologiques sont priés de bien vouloir recueillir les observations de leurs réseaux et de les transmettre au Bureau Central, à de Bilt, qui prendra soin de les coordonner et d'en publier un résumé avec les résultats préliminaires. Les données complètes seront à la disposition de tous ceux qui voudraient entreprendre une discussion scientifique. R. D.

Océanographie

Répartition géographique de la moule comestible sur les côtes de France. — Le Dr H. Marchand, utilisant le travail de MM. Joubin et Guérin-Ganivet sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France, et ses nombreuses observations personnelles, vient de passer en revue toutes nos côtes, et d'indiquer la production des gisements de mytilidés, par quartiers maritimes. Exemple : quartier de Calais, gisement de Sangatte, près du cap Blanc-Nez, production 100 mètres cubes par an. Moulières du Ratier et des Rabelets, production 15 à 17.000 hectolitres. Quartier de Caen, d'une importance thalassicole considérable, dont la production en moules dépasse déjà 32.000 hectolitres. Quartier de La Rochelle, produisant la plus grande quantité annuelle. Quartier de Marseille, pour ne citer que les plus importants.

Conditions biologiques d'existence des moules, salure des eaux : optimum pour *Mytilus galloprovincialis*, d'après les mesures effectuées par le Dr Marchand dans la rade de Toulon, l'étang de Berre, le lac de Bizerte, 27 à 28 grammes de chlorure de sodium par litre. Influence très favorable des eaux douces, estuaires, sur le développement des mytilidés en général. Influence favorable, bien connue déjà, des rochers, avec préférence de la moule pour les rochers calcaires (Boulonnais, Marseille, etc.,) et défavorable des rochers granitiques. Utilité des fonds riches en vase, en matières organiques. Exposition aux vagues, au sac et au ressac sur le développement de moules coriaces à coquille épaisse. (*Bull. Soc. Hist. nat. de l'Afrique du Nord*, 1922, 5). L. R.

Géologie

La Sierra de Majorque. — L'analyse très détaillée d'une partie de l'Ile de Majorque aux Baléares a été l'origine et est la base d'un travail considérable publié par M. Paul Fallot (1) ; mais, c'est à une étude d'ensemble de la Méditerranée occidentale qu'il a abouti. Dépassant le cadre de son étude régionale, M. Fallot a été amené à une synthèse géologique : ses hypothèses amèneront certainement des recherches nouvelles et sa Thèse de Doctorat marquera une étape dans le progrès de nos connaissances sur la géologie méditerranéenne.

Une première partie est constituée par une courte esquisse orographique et structurale des Iles Baléares.

La deuxième partie (Etude stratigraphique de la Sierra de Majorque) est complétée à chaque chapitre d'étage par la révision de cet étage dans le reste de Majorque et des Iles Baléares, et de sa répartition dans la Méditerranée orientale.

De la troisième partie (Etude géologique de la Sierra de Majorque) le titre est mal choisi, car il s'agit surtout ici d'une analyse tectonique ; or, la tectonique n'est qu'une très petite portion de la grande science géologique.

Ces recherches l'amènent à des conclusions intéressantes.

(1) *Etude géologique de la Sierra de Majorque*, Béranger, éditeur, Paris.

Minorque est un élément autochtone étranger aux plissements alpins.

Au contraire, Ibiza et Majorque, ensemble homogène d'accidents tectoniques, se reliant nettement à la chaîne subbétique, sont constituées par une série de nappes poussées de S.-E. au N.-W. (3 à Ibiza, 4 ou plus dans la Sierra septentrionale).

La série I paraît autochtone. — Les séries II et III ne témoignent de déplacements tangentiels importants que dans le S.-W. de la Sierra ; elles ne comportent pas de flanc renversés individualisés, ce sont des « nappes du deuxième genre », des écailles de grande dimension. Elles présentent des plis secondaires dues à l'action de la nappe III, fonctionnant comme un traineau écraseur. — La série III ne montre pas de plis secondaires importants.

M. Fallot estime que l'importance des déplacements tangentiels certainement supérieurs à 12 km, n'a pas dépassé 35 à 40 km.

C'est véritablement presque un livre à part que l' « Introduction à l'étude de la Méditerranée occidentale » qui forme le chapitre XXIV et dernier. Un grand nombre de problèmes géologiques se posent en effet dans cette portion du globe : Le caractère spécial de la structure des Pyrénées et de leurs relations avec les montagnes de Provence — l'individualisation du bassin aragonais, — la courbure étrange qui replie les chaînes marocaines vers la chaîne subbétique, la terminaison libre des charriages à l'Ile de Majorque.

Ces phénomènes ont été commandés par des agencements préexistants, liés à la structure de la chaîne hercynienne. Ces massifs hercyniens, sur lesquels s'est modelée la paléogéographie du Trias, ne se seraient d'ailleurs pas individualisés simultanément ; à l'époque triasique, quelques-uns de ces massifs étaient encore occupés par des montagnes importantes.

Le Trias est lagunaire ou détritique, sur tout le pourtour de la Méditerranée occidentale ; l'apparition de rares espèces orientales (*protrachyceras lombardicum*) indiquerait simplement l'existence de communications temporaires. Mais il n'y a nulle part de fosse profonde. Ainsi, jusqu'à la fin du Trias, le géosynclinal alpin demeure complètement en dehors de la Méditerranée occidentale.

C'est au Lias qu'apparaissent deux éléments structuraux, qui persisteront jusqu'au Néogène. D'une part une terre émergée réunit la chaîne bétique et le Nord du Rif, d'autre part un bras de mer profond, un géosynclinal apparaît, entre la Meseta espagnole et le massif hercynien du Haut-Atlas.

L'hypothèse nouvelle, et très ingénieuse, qu'introduit M. Fallot, est que ce géosynclinal venant de la zone bétique, ne s'est pas poursuivi entre ces îles et la côte catalane, comme on l'a pensé souvent. Il se placerait au Sud des Baléares et se prolongerait en direction vers la Sardaigne et la Sicile. Peut-être un jour, de profonds draguages sous-marins permettront-ils d'affirmer ou de confirmer cette hypothèse intéressante.

Au nord de ce géosynclinal existait, en particulier au Jurassique, un massif unique reliant la Corse, la Sardaigne, les Maures, le N E des Baléares et momentanément la région pyrénéenne, recouvert localement par des mers épicontinentales.

Une disposition analogue se poursuit pendant le Crétacé. Au début, le géosynclinal, devenu plus profond à en juger par sa faune, passait au Sud de la province d'Alicante en direction de la Sicile.

Puis, à la fin du Crétacé inférieur, le géosynclinal conserve le même tracé, mais sa bordure néritique s'élargit par transgression et se peuple d'organismes spéciaux (Orbitolines, Pachyodontes).

Le Crétacé moyen débute par un approfondissement du bord du géosynclinal, à hauteur de Majorque, et montre en même temps des indices d'émersion locale au voisinage des parties les plus profondes. — Ainsi, à la diminution de profondeur du géosynclinal bétique correspond la transgression du Gault et du Cénomanien, conformément à la loi classique de Haug.

Dans la région située au Nord, pendant le Néocomien (phase de régression maxima de la mer) s'établissent des lacs et des marécages (dépots à faciès wealdien) disposés de la même façon que les lacs tertiaires pendant la régression nummulitique. — Ils occupent le bassin aragonais, zone instable, souvent considérée à tort comme un géosynclinal.

Les recherches de M. Fallot apportent peu de renseignements sur la fin des temps secondaires. Cependant, il paraît probable, que la mer néocrétacée se retirant des Baléares subit un simple retrait vers le Midi.

A l'Eocène la mer revient sur la zone subbétique et sur le Sud des Baléares, puis elle accentue son mouvement de transgression à l'Oligocène.

C'est au début du Néogène, probablement au Burdigalien que se fait la modification subite, brutale, par laquelle se réalise dans la Méditerranée occidentale le dispositif géographique actuel.

Cette étude comparée des diverses formations de la Méditerranée occidentale amène M. Fallot à quelques conclusions d'ordre général.

Il fait observer tout d'abord que les formations sédimentaires des Baléares ne sont pas vraiment profondes, les calcaires du Jurassique contiennent des Radiolaires associés à des Foraminifères et à des Céphalopodes dont la présente exclut l'idée des grands fonds. Ainsi, pendant tout le Secondaire, les sédiments des Baléares ont pris naissance dans une mer peu profonde ; soit que le géosynclinal ne comportât pas ici de grands fonds, soit que ceux-ci existassent plus au large.

Il est amené à définir avec précision le terme de géosynclinal, parfois employé dans des sens divers.

« Une zone occupée en permanence par la mer durant « des temps très longs et où la sédimentation est con« tinue sans lacunes ». Il n'est pas du tout nécessaire que les sédiments y soient constamment bathyaux, l'affaissement progressif du géosynclinal a pu se faire par saccades. A ces conclusions arrivait déjà M. Haug, dans son mémoire capital de 1900 ; il en a légèrement dévié dans son traité de Géologie où il arrive à distinguer plusieurs géosynclinaux parallèles. M. Fallot pense que cette notion de géosynclinal, étroit, continu est une fiction commode, mais peut-être éloignée de la vérité. C'est en tous cas, une première approximation, à laquelle des recherches ultérieures en ajoutèrent une seconde. Mais il est évident qu'il faudrait deux termes, pour désigner deux conceptions légèrement différentes.

M. Fallot montre enfin que le va et vient rapide des transgressions et des régressions ne modifie guère que les contours extérieurs de mers. Depuis le Trias jusqu'à la fin du Tertiaire, persistent le bloc continental formé par la Mesera et le massif corso-sarde, et le bloc nord-africain.

La disjonction de ces pièces de mosaïque ne se produit qu'au Tertiaire, amené ou marqué par de grands affaissements.

Il lui paraît bien difficile de voir, dans ces dépla-

cements désordonnés, le fait de la contraction du globe.

Ces conclusions intéressantes font souhaiter que M. Fallot donne bientôt un nouveau mémoire dans lequel il expose, d'une façon concise et nette, les idées générales qui sont en germe dans sa remarquable thèse inaugurale.

Paul Lemoine.
Professeur au Muséum
d'Histoire naturelle

Médecine

Sur le mécanisme de l'héliothérapie. — Dans un travail fort intéressant, M. J. Vallot, Directeur de l'Observatoire du Mont Blanc, cherche à préciser le mécanisme jusqu'ici inconnu de l'héliothérapie. (*Bulletin de la Société de pathologie comparée*, 13 décembre 1921.)

1. Le Professeur Roger a montré que l'action décolorante des tissus animaux sur le bleu de méthylène peut servir à mesurer leur pouvoir réducteur, qui est en raison inverse du temps nécessaire à la décoloration. M. Vallot a eu l'idée d'étudier l'influence qu'exercent sur cette activité réductrice la lumière et la chaleur.

Le tissu d'expérience, par exemple un foie de cobaye ou un foie de lapin, était broyé, puis mélangé à poids égal de glycérine, trituré dans cette glycérine, où on le laissait macérer pendant 24 heures. On mélangeait 2 cm³ de ce glycérat avec 4 cm³ d'une solution aqueuse de CO^3NaH à 5/1000. Le mélange ayant été porté à la température voulue après avoir été filtré sur une tarlatane, on en versait 4 cm³ dans un tube à expérience, on y ajoutait une goutte de bleu dilué à 1/100, on agitait et on notait l'heure ; on surveillait la réduction et on notait enfin l'heure où se produisait la décoloration, qui indiquait que la réduction était terminée.

Soit N le nombre de minutes qu'a duré la décoloration. Si on représente par 1000 l'activité de la réduction qui aurait lieu en 1 minute, le quotient $\frac{1000}{N}$ peut servir de mesure à l'activité de la réduction.

Le Tableau suivant résume les résultats d'une série d'expériences faites avec de l'extrait glycériné de foie de cobaye.

Température	Activité de réduction		Rapport
	A l'obscurité	Au soleil	
38°	62	90	1,5
36°	53	81	1,5
32°	35	62	1,8
28°	21	45	2,1
24°	12	31	2,3
20°	9	22	2,6
15°	4	»	»

On voit que l'activité de la réduction des tissus est considérable aux environs de la température du corps humain et qu'elle diminue de plus en plus rapidement lorsque la température s'abaisse : de 62, à 38°, elle tombe au dessous de 4, à 15°. Cette activité dépend donc étroitement de la température.

La lumière diffuse, dans un laboratoire bien éclairé, même contre une fenêtre donnant sur la campagne, a donné les mêmes chiffres que l'obscurité. On peut en conclure qu'une lumière faible n'a pas d'action appréciable sur l'activité de la réduction.

La lumière électrique d'une lampe à incandescence de 50 bougies, à 15 cm, a permis d'étudier l'influence de la lumière indépendamment de la chaleur (la lampe ne rayonne dans ces conditions que 0,05 cal. par min. et cm²). A 20° l'activité a été 20, tandis qu'elle est 13 dans l'obscurité à la même température. Le rapport est 1,5, soit une augmentation de moitié causée par la lumière à la même température.

Les expériences sur la radiation solaire sont faciles à exécuter à haute température. Le liquide, porté à la température voulue, n'a pas le temps de s'échauffer beaucoup à cause de la brièveté de l'expérience. A basse température, il s'échauffe beaucoup plus, l'expérience étant plus longue ; il faut prendre la température à intervalles réguliers et considérer la moyenne.

Pendant les expériences, la radiation solaire exprimée en calories-minutes, a varié entre 1,05 à 1,25.

Les chiffres du Tableau montrent que, dans les pulpes soumises à la radiation solaire, l'activité diminue en même temps que la température mais beaucoup moins rapidement que dans l'obscurité.

Ainsi, d'après M. Vallot « l'activité thérapeutique de la radiation solaire peut s'expliquer par la forte augmentation de l'activité de réduction des tissus qu'elle provoque. Son action consiste à activer la réparation quand il s'agit de plaies et à augmenter la vitalité, dans le cas des organismes affaiblis ».

2. M. Vallot déduit de son travail quelques indications intéressantes pour la pratique des traitements héliothérapiques.

Le but étant d'obtenir une activité aussi grande que possible, la diminution rapide causée par l'abaissement de la température ambiante est un inconvénient qui oblige à placer les malades dans un milieu suffisamment chaud pour que les surfaces insolées ne soient pas trop refroidies par la température de l'air.

La lumière électrique produit des effets analogues à ceux de la lumière solaire. Les bains de lumière obtenus à l'aide de lampes à incandescence peuvent être préconisés dans certains cas, mais à condition de ne pas forcer la température, car M. Roger a démontré qu'un chauffage prolongé à 50° abolit le pouvoir réducteur des tissus. C'est ce qui explique les effets nuisibles qu'ont parfois occasionné des bains de lumière de trop grande intensité.

La lumière diffuse ne produisant aucune augmentation de l'activité, il faut employer la lumière solaire directe, aussi vive qu'il est possible. Lorsqu'on s'élève en altitude, la radiation est un peu plus forte, mais son influence est contrebalancée par l'abaissement de la température ambiante, dont il faut tenir compte ; les effets ne seront dans pas meilleurs que dans la plaine, pourvu que celle-ci soit aussi ensoleillée.

L'exposition des malades à la radiation d'un ciel couvert ne peut donner aucune augmentation d'activité, la lumière étant diffuse et la chaleur peu élevée. La pratique de l'*aérothérapie* sans soleil peut avoir une influence salutaire sur certaines affections, mais ce n'est pas de l'*héliothérapie*, le mécanisme thérapeutique n'étant pas le même. Ces deux méthodes de cure ont des effets essentiellement différents et ne doivent pas être confondues.

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Sur les perfectionnements apportés à la construction des ponts en pierre. — M. Paul Séjourné, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a obtenu des résultats qui font l'admiration de tous les spécialistes. Son œuvre se présente sous un triple caractère : comme ingénieur il a édifié de grands et beaux ouvrages en réalisant de notables progrès, tant dans la construction des cintres que dans l'exécution des voûtes et des ponts larges ; comme professeur à l'École des Ponts et Chaussées depuis 1901, il a exercé par son enseignement une action profonde et féconde sur la formation professionnelle de ses auditeurs ; enfin comme savant il a, dans un grand ouvrage en six volumes, donné la description technique et l'historique de toutes les arches en maçonnerie de plus de 40 m. d'ouverture et les enseignements qu'on peut en tirer pour savoir « ce qui a été « fait, ce qu'il faut faire, ce qu'il ne faut pas faire », suivant les termes mêmes employés par M. Séjourné dans la préface de son livre.

Pour apprécier la beauté classique des ponts construits par M. Séjourné il faut les voir, il faut en admirer la pureté des lignes et l'harmonie des formes, l'impression de hardiesse et de résistance qui s'en dégage et enfin cette perfection dans l'exécution qui en est la véritable caractéristique.

A défaut de la vue directe on doit se contenter de quelques photographies et ce sera sans doute suffisant pour donner au lecteur une idée de l'incontestable talent de M. Séjourné et le désir de faire la connaissance des ouvrages originaux dont nous reproduisons ici quelques vues photographiques.

Il faut citer tout d'abord les ouvrages construits au début de sa carrière :

Le Pont du Castelet, sur l'Ariège (ligne de Tarascon-sur-Ariège à Ax-les-Thermes) construit en 1882-1883 : arc de 41 m. 20 d'ouverture ;

Le Pont de Lavaur, sur l'Agout (ligne de Montauban à Castres) construit en 1882-1884 : arc de 61 m. 50 d'ouverture. (Fig. 78.) ;

Le Pont Antoinette, sur l'Agout (ligne de Montauban à Castres) construit en 1883-1884 : arc de 50 m. d'ouverture.

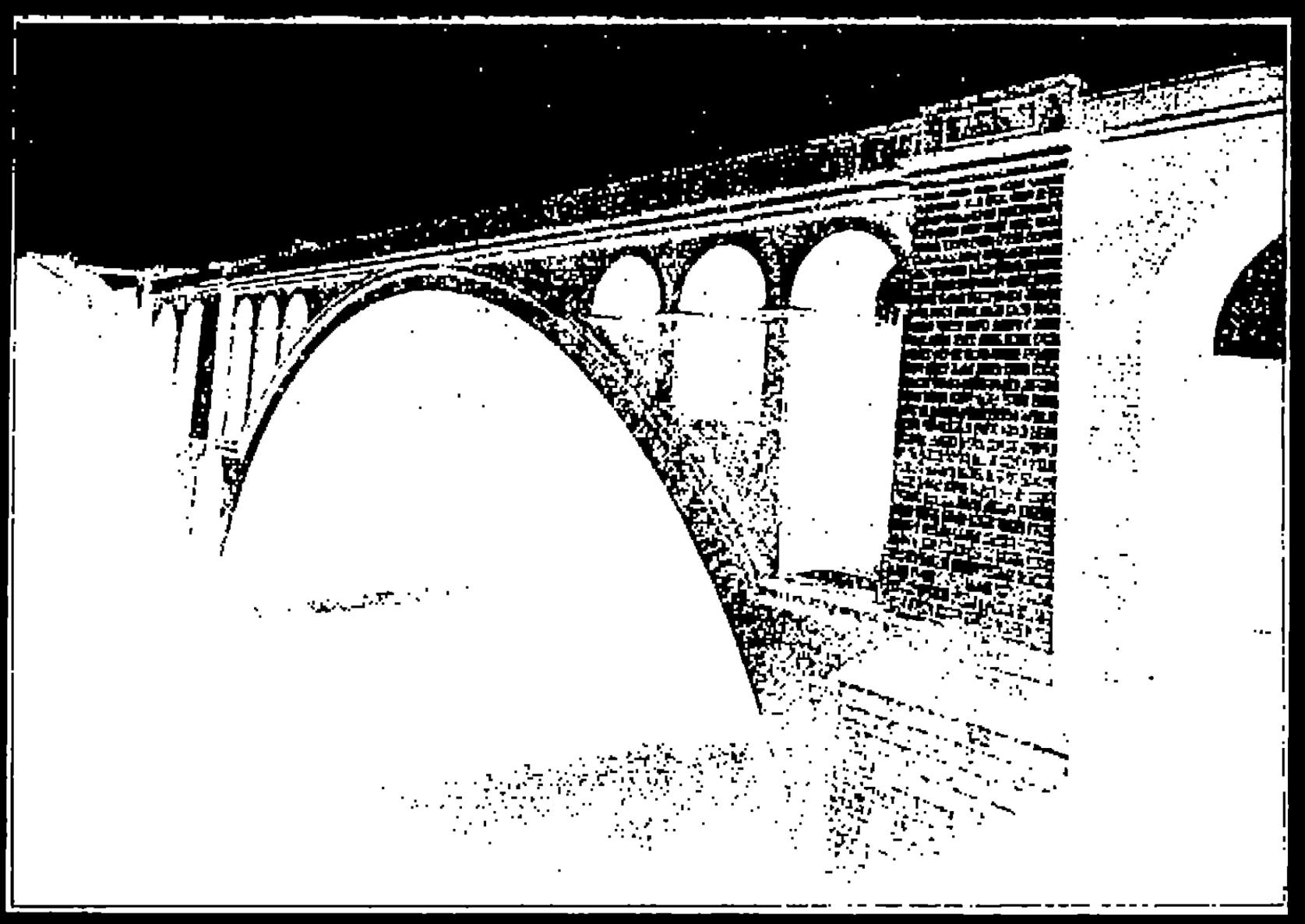


Fig. 78. — Pont de Lavaur.

Dans ces ouvrages M. Séjourné a préconisé la construction des voûtes en rouleaux successifs superposés qui, en chargeant moins les cintres, permet de les rendre plus légers et moins déformables ; de même, il a rénové le procédé de construction par tronçons juxtaposés et par clavages au mortier sec qui permet d'installer plusieurs chantiers simultanés et empêche la production des fissures tout en diminuant beaucoup les tassements au décintrement.

Pour les cintres M. Séjourné avait systématisé la disposition dite en éventail qui permet de faire une économie considérable sur le volume des bois et qui concourt en outre à prévenir les fissures par la concordance des points d'appui du cintre avec les joints de clavage de la voûte (Fig. 79).

En 1889, M. Séjourné eut l'idée de réaliser une économie considérable dans la construction des larges ponts en exécutant deux arches étroites indépendantes, destinées à supporter un tablier en béton armé.

Indépendamment de l'économie obtenue par la suppression d'un cube inutile de maçonnerie il était en outre possible de se servir du même cintre pour la confection des deux arches voisines.

Ce procédé a été appliqué par M. Séjourné dans la construction du pont Adolphe à Luxembourg (Fig. 80) et du pont des Amidonniers à Toulouse.

Le premier de ces ouvrages exécuté en 1899-1903, présente une arche d'une ouverture de 84 m. 65 ; le tablier a 16 m. de largeur et est porté par deux anneaux de 5 m. 25 écartés de 6 m.

Le second ouvrage exécuté en 1904-1907 comprend cinq arches : deux de 38 m. 50, deux de 43 m. et une de 46 m. ; le tablier de 22 m. de largeur est porté par deux anneaux de 3 m. 25 écartés de 10 m. ; le rapport entre l'épaisseur de l'anneau et l'écartement qui était de 0,87 dans le premier cas est tombé à 0,32 dans le second, ce qui caractérise l'économie réalisée.

Nous citerons les autres applications faites en France de ce mode de construction ; elles sont seulement au

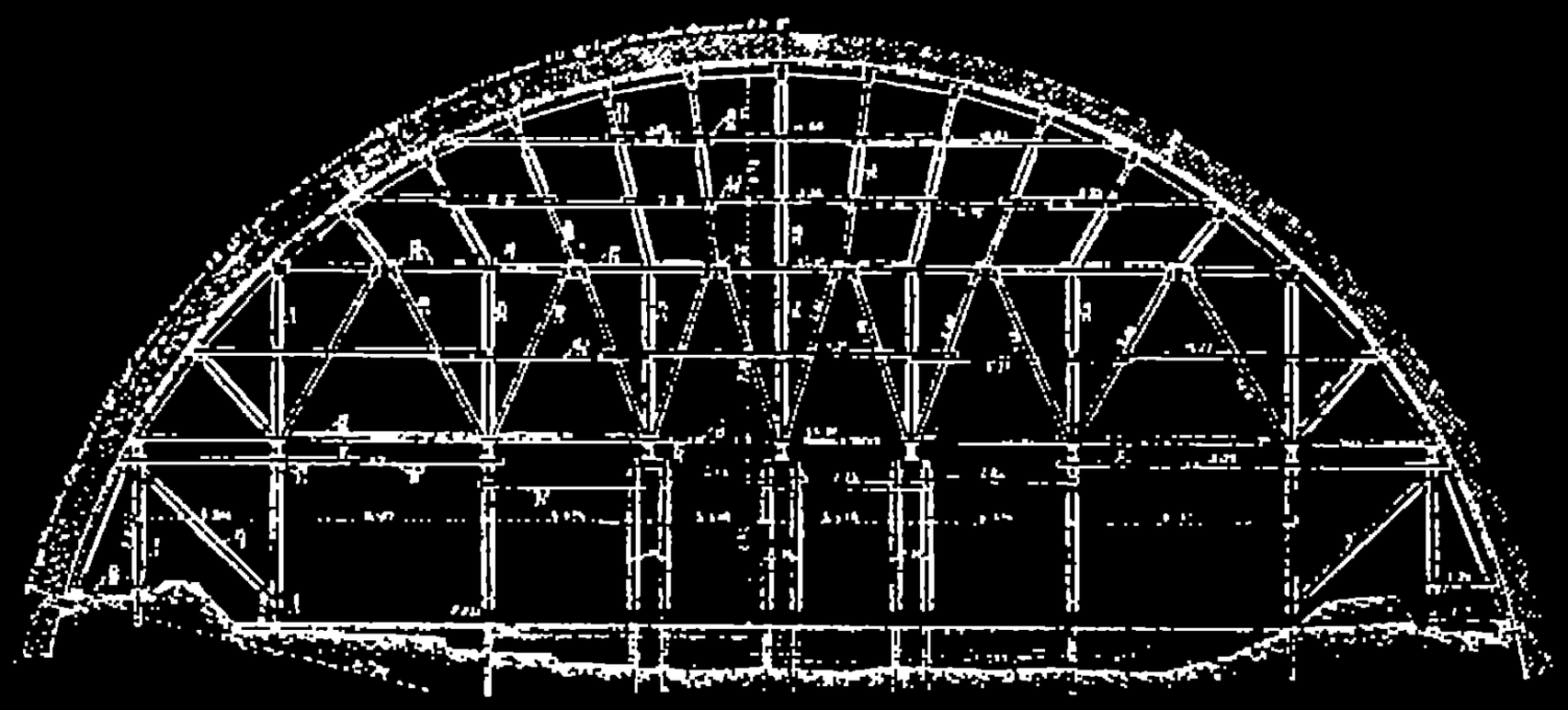


Fig. 79. — Cintre du Pont de Lavaur.

Fig. 80. — Pont Adolphe à Luxembourg.

nombre de trois : le pont de Romans sur l'Isère et celui du Président-Wilson sur le Rhône à Lyon, dont nous avons dressé les projets et le pont de Villeneuve-sur-le-Lot, de 96 m. 25 de portée, dû à M. Freyssinet, l'ingénieur bien connu.

Nous dirons un mot en terminant cet exposé de la manière à la fois originale et rationnelle dont M. Séjourné a proposé de franchir la vallée de Fontpédrouze ; dans la partie la plus profonde et la plus encaissée il a établi une voûte en ogive de 30 m. de portée dont la clef sert de support à une pile de viaduc ordinaire qui couronne l'ouvrage ; celui-ci a été exécuté en 1906-1908 pour le passage de la ligne électrique à voie de 1 m. de Villefranche-de-Conflent à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales) (Fig. 81).

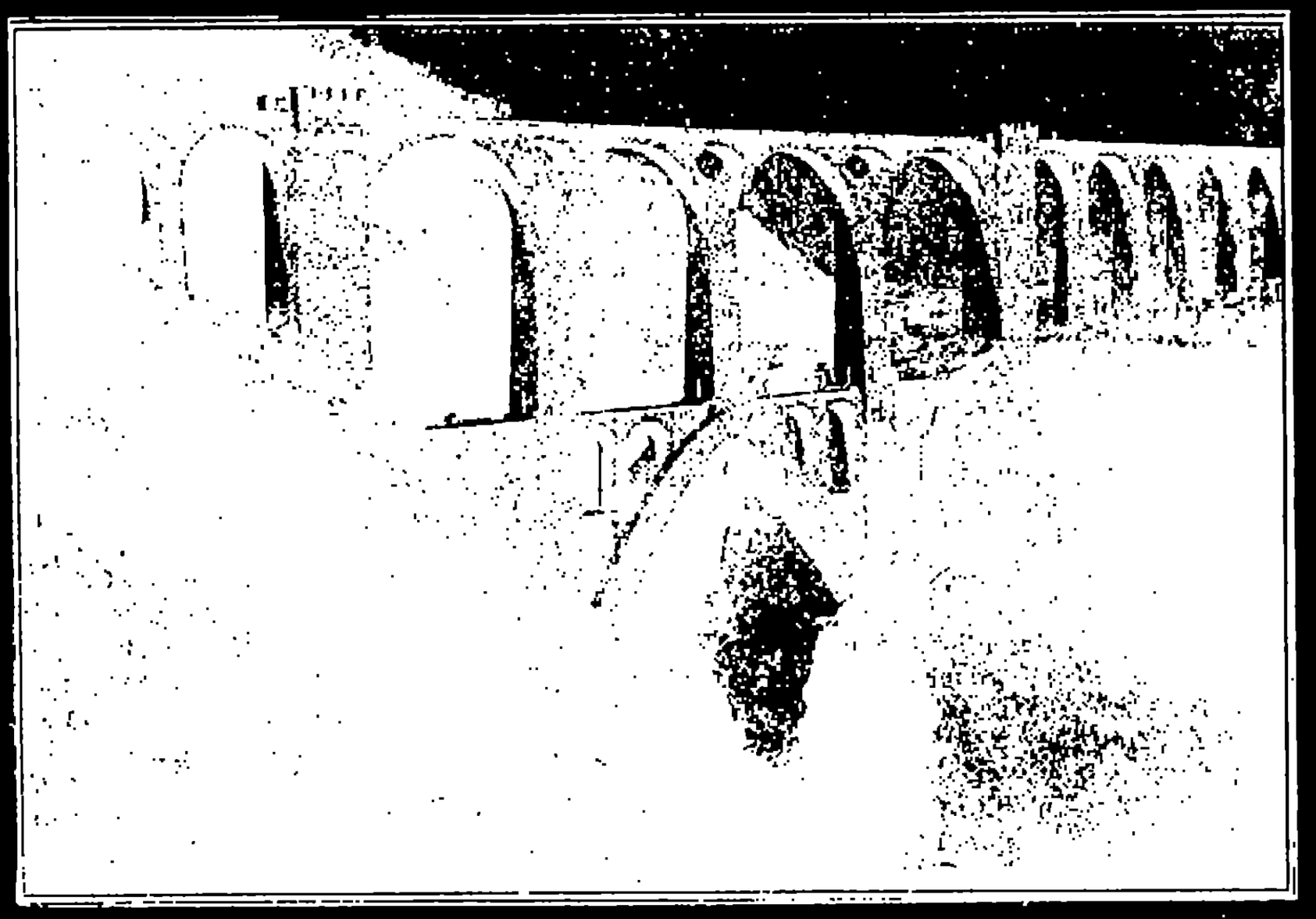


Fig. 81. — Viaduc de Fontpédrouze.

Le viaduc a 65 m. de hauteur maximum ; dans la partie supérieure l'épaisseur est réduite à 2 m. 50, mais une dalle en béton armé en encorbellement permet d'avoir au niveau du rail une largeur disponible de plus de 4 m. qui est suffisante pour les besoins de l'exploitation.

Dans son ouvrage, publié en 1912-1916, M. Séjourné a commencé par procéder à l'inventaire des grandes voûtes existant en 1916 car, à son avis, la construction des voûtes est surtout une affaire d'expérience ; il a donc classé méthodiquement 168 ouvrages à voûtes de plus de 40 m. d'ouverture ; les dispositions techniques comparables sont condensées dans 236 tableaux synoptiques qui renferment une foule de renseignements précieux qu'il serait très difficile de trouver ailleurs ; en outre chaque ouvrage est accompagné d'une monographie contenant tout ce qui lui est spécial et qu'il est utile de retenir ; histoire, description, dessins, photographies, etc.

L'ouvrage comporte six grands volumes in-4° ; il contient 1362 pages de texte, 321 photographies et 1867 planches ou dessins ; ces nombres seuls suffisent à en attester l'importance.

La première partie est consacrée aux voûtes usuelles sans charnières, dites *inarticulées*, et comprend les tomes I, II et III.

La deuxième partie traite des voûtes articulées et comprend le tome IV.

La troisième partie traite de ce que l'expérience enseigne de commun à toutes les voûtes (tome V).

Enfin l'appendice (tome VI) est consacré à la pratique des voûtes; l'auteur y expose également comment on calcule un cintre et une voûte et il donne des tables numériques permettant de faciliter les calculs.

Ce résumé suffira à montrer qu'il s'agit d'une œuvre richement documentée dont la lecture doit être recommandée à toutes les personnes qui s'intéressent à l'art de la construction des ponts en maçonnerie.

A. Aunic,
Ingénieur en chef
des Ponts et Chaussées.

Navigation

Les Compas gyroscopiques employés dans la marine. — L'usage des compas magnétiques est rendu très difficile et souvent même impossible, dans certaines parties des bâtiments en fer, par exemple dans les blockhauss des cuirassés ou dans les sous-marins. La compensation des compas magnétiques dans une enceinte métallique ne donne généralement aucun résultat, pour la simple raison que, dans ces enceintes, la force directrice du compas est fort diminuée, et la com-

pensation égalise à tous les caps cette force directrice, mais n'en augmente pas sensiblement la valeur moyenne.

Un compas compensé, dont la force directrice est très faible, sera influencé par le moindre changement de magnétisme des fers qui l'entourent : des petites variations de température, une légère bande suffiront souvent à donner des déviations importantes. Sur les sous-marins, le problème se complique encore de l'influence des courants électriques, dont l'intensité est de l'ordre de plusieurs centaines d'ampères et qui forment d'innombrables circuits en tous sens.

Le compas gyroscopique, complètement insensible au magnétisme, fournit une solution du problème, solution en apparence compliquée, mais que l'expérience a montrée très pratique. Le compas gyroscopique étant, d'autre part, doué d'une force directrice beaucoup plus grande que le compas magnétique, présente l'avantage de pouvoir commander à distance plusieurs autres compas, dits **répétiteurs**, qui indiquent le cap dans tous les endroits du navire où cela est nécessaire.

On sait que la loi fondamentale du compas gyroscopique a été énoncée pour la première fois, en 1852, par le savant français Foucault, qu'on peut considérer comme le véritable inventeur du compas gyroscopique. Il est triste de constater que cette idée française est, comme beaucoup d'autres, exploitée par des constructeurs étrangers. Il n'existe actuellement aucun modèle de compas gyroscopique français.

La loi de Foucault s'énonce de la façon suivante :

Si en un lieu déterminé de la terre on suspend un gyroscope de telle façon que son axe, par l'action de la pesanteur, soit constamment ramené dans le plan horizontal, cet axe, sous l'influence du mouvement de la terre, s'oriente dans le plan du méridien géographique. De plus, les sens relatifs des rotations du tore du gyroscope et de la Terre déterminent réellement un pôle nord et un pôle sud sur l'axe du gyroscope : l'axe du gyroscope se placera toujours dans le plan méridien de façon que les rotations du tore et de la terre soient de même sens. Le pôle Nord du gyroscope peut donc être défini par l'extrémité de son axe telle qu'un observateur qui aurait les pieds au centre du gyroscope et la tête à cette extrémité verrait le tore tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Un compas gyroscopique est réalisé de la façon suivante : la boîte du gyroscope est suspendue comme un pendule en un point situé au-dessus du centre de gravité. Par son propre poids cette boîte tend à tout instant à ramener l'axe du gyroscope dans un plan horizontal. On démontre que la position d'équilibre de l'axe du gyroscope est dans le plan méridien, conformément à la loi de Foucault, mais cet axe n'est parfaitement horizontal qu'à l'équateur ; à toute autre latitude, il fait un angle variable avec l'horizon, le pôle nord du gyroscope étant au-dessus de l'horizon dans l'Hémisphère Nord et au-dessous de l'horizon dans l'Hémisphère Sud. Cet angle est d'ailleurs petit, mais il a une grande importance comme nous le verrons.

Pour avoir le plus grand couple directeur vers le Nord, il y a intérêt à faire tourner le tore du gyroscope le plus vite possible. Pour obtenir la plus grande vitesse compatible avec la solidité de l'appareil, on fait souvent tourner le tore dans le vide, comme cela se passe dans le compas américain Sperry. L'armature du gyroscope est constituée par une caisse étanche dans laquelle on fait le vide au moyen d'une petite pompe à main. La vitesse du tore est variable suivant les différents modèles d'appareils.

Dans le compas Sperry, elle est de 8.600 tours à la minute. On obtient cette rotation en faisant du tore le rotor d'un moteur électrique à champ tournant, qui fonctionne à 90 volts grâce à un transformateur transformant le courant continu du bord à 120 volts, en triphasé à 90 volts. Le couple directeur a dans ce compas une valeur de 200.000 dynes-centimètres à l'équateur et de 159.000 dynes-centimètres pour une latitude de 40°.

Ce chiffre, traduit en unités familières, correspond à une force d'environ 16 à 20 grammes appliquée à 10 centimètres du centre du compas. Le couple directeur d'un compas gyroscopique est donc beaucoup plus grand que celui d'un compas magnétique, où les forces qui entrent en jeu sont de l'ordre de quelques milligrammes. Il est vrai que les masses à entraîner dans les deux cas n'ont aucun rapport : dans un compas Sperry, le poids des masses à entraîner est de 45 kilogrammes environ tandis qu'une rose de compas magnétique pèse une vingtaine de grammes.

Dans le compas allemand Anschutz, la vitesse de rotation du tore est de 20.000 tours à la minute (1). Le tore est le rotor d'un moteur triphasé à 333 périodes par seconde. Ces grandes vitesses de rotation nécessitent naturellement certaines précautions dans la construction de l'appareil. Il faut environ 40 à 50 minutes pour que le tore prenne la vitesse de rotation normale. Sur certains modèles récents, Anschutz fait tourner les tores dans l'hydrogène. Il peut ainsi réaliser des vitesses de 30.000 tours par minute. L'hydrogène a en outre l'avantage de supprimer l'oxydation de l'appareil. Il a l'inconvénient de nécessiter un habitacle parfaitement étanche et il faut prendre certaines précautions pour éviter les mélanges détonants.

Les principales difficultés que l'on rencontre dans la pratique pour faire fonctionner convenablement un compas gyroscopique à bord d'un navire sont : l'amortissement des oscillations, les erreurs dues au changement de latitude, les erreurs provenant des changements de vitesse et de route du navire, enfin l'influence du roulis et du tangage.

Nous examinerons très succintement ces différentes difficultés et nous indiquerons comment on les a surmontées dans les modèles actuellement en usage.

Amortissement des oscillations. — Un compas gyroscopique partant de l'ouest ou de l'est gagnera le méridien, mais il le dépassera et oscillera de part et d'autre. Cette oscillation se produirait presqu'indéfiniment, le frottement sur les axes horizontaux et verticaux tendrait seul à diminuer ces oscillations ; or, ce frottement est toujours très faible, sans quoi le bâtiment entraînerait la rose dans ses évolutions, ce qu'il faut naturellement éviter.

Tel quel, un gyroscope ne pourrait donc pas constituer un compas utilisable, et il a fallu chercher un système qui amortisse les oscillations assez rapidement.

Autant de modèles de compas, autant de systèmes amortisseurs. L'oscillation du gyroscope en azimut étant toujours accompagnée d'une oscillation de l'axe autour de l'horizon, c'est justement ce mouvement de l'axe par rapport au plan horizontal qu'utilisent la plupart des systèmes amortisseurs employés.

(1) Le dernier modèle de compas Anschutz comprend 3 gyroscopes.

Dans le premier modèle de compas Anschutz, on utilise un système d'amortissement à air, qui fonctionne de la façon suivante. Le gyroscope est enfermé dans une boîte et, par sa rotation, aspire l'air par de petites ouvertures pratiquées dans la boîte, au voisinage de son axe, entraîne l'air et le rejette par deux ouvertures identiques, pratiquées dans le bas de la boîte, masquées partiellement par une palette portée par un pendule.

Si l'axe du gyroscope est horizontal, les ouvertures sont masquées symétriquement, les réactions de l'air sur ces deux ouvertures sont égales et n'ont aucune action pour faire tourner le gyroscope. Si au contraire, l'axe du gyroscope est oblique, la palette masque inégalement les deux ouvertures, car elle est portée par le pendule qui reste vertical. La réaction de l'air diminue sur une ouverture et augmente sur l'autre, et il résulte un petit couple qui tend à faire tourner le compas autour de la verticale. Ce couple n'agit plus lorsque l'axe est horizontal.

Nous avons dit que dans la position d'équilibre l'axe du gyroscope n'est pas tout à fait horizontal, sauf à l'équateur. La pointe nord de cet axe est légèrement soulevée au-dessus de l'horizon dans l'hémisphère Nord. L'amortissement que nous venons de décrire ne fera donc pas orienter le compas exactement vers le Nord sauf à l'équateur. Il y aura une erreur de latitude dont il sera question plus loin.

Dans le compas Sperry, un poids en forme de croissant est suspendu au-dessous de la caisse du tore et est relié à cette caisse par un point de liaison, décalé par rapport à la verticale passant par le centre de gravité du tore. Lorsque l'axe du tore s'incline sur l'horizon, il fait incliner sa boîte, alors le poids agit sur la boîte pour créer un couple à axe vertical. On démontre que l'effet de ce couple est bien d'amortir les oscillations du gyroscope, si le point de liaison du poids avec la boîte est décalé vers l'Est de la verticale.

Dans le deuxième modèle de compas Anschutz, l'amortissement des oscillations est obtenue par de l'huile contenue dans une cuve annulaire, solidaire des axes des gyroscopes. Cette cuve est divisée en plusieurs compartiments, réunis ensemble par de petits tubes, dont l'orifice peut être plus ou moins obstrué par des fils de laiton qui les traversent. Quand les axes des gyroscopes sont inclinés sur l'horizon, l'huile s'écoule d'un compartiment à l'autre. La période d'oscillation de l'huile sous l'influence de son poids est arrangée de façon à être à peu près égale à celle du compas. L'huile peut ainsi agir exactement à contre-temps et on conçoit que ce dispositif permette d'amortir les oscillations, de même qu'on empêche une balançoire de se balancer en agissant exactement en sens contraire de l'oscillation et avec la même période qu'elle.

Dans les compas actuellement en usage il faut pratiquement trois heures pour amortir les oscillations. Un compas n'est donc utilisable que trois heures après qu'il a été lancé.

Dans la position d'équilibre, l'axe d'un compas gyroscopique n'est pas horizontal sauf à l'équateur. Plus on se rapproche du pôle, plus augmente l'inclinaison de l'axe sur l'horizon. Or beaucoup de systèmes d'amortissement des oscillations dépendent de la verticalité d'un organe (palette obturatrice du courant d'air dans l'Anschutz premier modèle, contrepoids dans le Sperry). Lorsque le compas est en équilibre, ces organes continuent à agir pour créer une force horizontale tendant à dévier le compas.

Cette déviation, variable avec la latitude, est connue sous le nom d'*erreur de latitude*. Elle peut être calculée à l'avance, mais il y a avantage à la combattre.

Dans le premier modèle de compas Anschutz à amortissement à air, le gyroscope est équilibré au moyen d'un contrepoids, de telle sorte que son axe soit horizontal, non pas à l'équateur, mais à la latitude de 50° N. Par 50° N, il n'y a aucune erreur de latitude. Mais, aux autres latitudes, le compas a une déviation, qui atteint au maximum 3°, lorsque le bâtiment se déplace entre 50° N et 60° S.

Dans le compas Sperry, on s'est attaché à rendre l'axe du gyroscope horizontal à toute latitude, l'inclinaison de l'axe ayant par elle-même des inconvénients assez graves si la vitesse de rotation du tore n'est pas absolument uniforme. Un dispositif spécial, appelé « correcteur de latitude de la masse pendulaire » permet de déplacer le contrepoids en forme de croissant, dont nous avons parlé, vers le sud dans l'hémisphère nord, vers le nord dans l'hémisphère sud, de façon à ramener l'axe du gyroscope à être horizontal à toute latitude. Mais ce dispositif n'annule pas l'erreur de latitude, car le décalage du point de liaison du contrepoids avec la boîte du gyroscope crée une déviation, qui peut atteindre 2°. Cette déviation est corrigée mécaniquement par un correcteur spécial, qui déplace la ligne de foi du compas.

Erreur due à la vitesse du navire. — Nous avons jusqu'ici implicitement supposé que le compas était à terre. A bord d'un navire en marche, des forces nouvelles entrent en jeu, qui peuvent créer des erreurs constantes ou variables.

On peut considérer que le mouvement du navire par rapport à la terre est une rotation autour du diamètre perpendiculaire au grand cercle le long duquel se meut le bâtiment. Si le navire gouverne vers l'Est ou vers l'Ouest, il n'y a aucune erreur, car la vitesse du navire s'ajoute ou se retranche de la vitesse de rotation de la terre et tout se passe comme si la terre tournait plus ou moins vite : la force du compas est simplement augmentée ou diminuée, mais il n'en résulte aucune déviation. Si le navire gouverne vers le Nord ou vers le Sud, une déviation se produira, vers l'ouest si le navire fait route vers le Nord, vers l'Est s'il fait route vers le Sud. Cette déviation est faible, car la vitesse de rotation de la terre est incomparablement plus grande que la vitesse du navire.

L'erreur due à la vitesse du navire dépend donc de trois facteurs : la route suivie (erreur maximum pour les routes Nord et Sud et nulle pour les routes Est et Ouest) ; la vitesse du navire (erreur d'autant plus grande que le navire marche plus vite) ; la vitesse de rotation de la terre (erreur proportionnelle à la latitude, la vitesse de rotation de la terre diminuant de l'équateur au pôle).

L'erreur due à la vitesse du navire existe dans tous les compas gyroscopiques. On peut la calculer à l'avance et dresser un tableau de déviations, en fonction de la latitude, du cap et de la vitesse du navire. Sur quelques compas, la correction se fait mécaniquement, en déplaçant en conséquence la ligne de foi.

Erreurs dues au changement de vitesse. — Nous venons d'indiquer que l'erreur due à la vitesse dépendait de la vitesse et de la route du navire. Pour une route et une vitesse donnée, appelons cette erreur α_1. Si le

navire change de route et de vitesse, soit α_2 la nouvelle erreur correspondant à la nouvelle route et à la nouvelle vitesse.

Le compas, qui était en équilibre à la position α_1, aura à rallier la position α_2, quand le navire sera à la nouvelle route et il ne ralliera sa nouvelle position d'équilibre qu'en oscillant autour d'elle, avec sa période d'oscillation, qui est très grande. Pendant longtemps, le compas donnera donc des indications inexactes. C'est ce qu'on appelle une *erreur balistique*.

Or un changement de route ou de vitesse est accompagné d'une accélération à composante dirigée vers le Nord ou vers le Sud, c'est-à-dire dans le sens de l'axe du gyroscope. Cette accélération donne naissance à une force tendant elle-même à changer l'inclinaison de l'axe du gyroscope et par suite à faire précessionner le gyroscope. Si l'effet de cette force due au changement de route ou de vitesse est d'amener justement le compas dans sa nouvelle position d'équilibre en même temps que le navire lui-même parvient à la nouvelle route, il n'y aura pas d'erreur balistique.

On démontre qu'il faut, pour réaliser cette condition, que la période d'oscillation du compas soit celle d'un pendule simple, qui aurait pour longueur le rayon de la terre, soit environ 85 minutes.

Erreurs dues au roulis et au tangage. — Quand un navire roule ou tangue, les accélérations de ces divers mouvements donnent naissance à des forces qui se traduisent généralement pour le compas gyroscopique par un couple perturbateur.

Le gyroscope est suspendu comme un pendule et le roulis et le tangage agissent sur lui comme sur un pendule et le font balancer. Mais à cause du mouvement de rotation du tore, il sera beaucoup plus facile de faire balancer le gyroscope dans un plan Est-Ouest, que dans un plan Nord-Sud, direction de son axe.

Considérons d'abord un navire roulant dans le plan Est-Ouest. La période d'oscillation du gyroscope dans ce plan étant très comparable à la période de roulis du navire, le gyroscope oscille. Mais dans son mouvement d'oscillation, l'axe du gyroscope est transporté parallèlement à lui-même et il n'en résulte aucune perturbation.

Si le navire roule dans le plan Nord-Sud, le gyroscope opposera une grande résistance aux oscillations, une perturbation dans un sens sera remplacée, avant d'avoir eu le temps d'agir, par une perturbation en sens contraire et pratiquement il n'y a pas d'erreur.

C'est lorsque le navire roule dans un plan intermédiaire qu'il se produit une erreur.

Il n'entre pas dans le cadre de cette courte note d'examiner tous les systèmes proposés pour éviter les erreurs dues au roulis et au tangage. Aucun de ces systèmes n'est d'ailleurs parfait. La solution, qui paraît la plus rationnelle, est celle qu'a adoptée Anschutz. Il a ajouté au gyroscope principal deux gyroscopes semblables, dont les axes font respectivement 30° avec l'axe du premier gyroscope. Ce dispositif donne au compas un grand moment d'inertie dans tous les azimuts et par suite une grande période d'oscillation dans tous les plans.

J. R.

Electricité appliquée

Précipitation électrique des poussières et des fumées. — La disparition des poussières et vésicules acides entraînées par les fumées d'usines a depuis longtemps préoccupé les techniciens. Nombre de procédés très différents ont été préconisés : barbotage des gaz dans l'eau ; passage du gaz, par aspiration, dans des filtres de coton ou de laine ; installation, avant la cheminée, de chambres de précipitation dont on augmente l'efficacité en disposant, à l'intérieur, des lames métalliques ou des fils tendus verticalement ; centrifugation, etc. Ces divers procédés peuvent être utilisés, mais ils conduisent souvent à des installations coûteuses ou encombrantes ; et depuis quelques années on a étudié des dispositifs dans lesquels la précipitation est obtenue électriquement.

M. Ed. Salles (*Bulletin des Recherches et des Inventions*, juin et juillet 1922), a résumé fort clairement le principe de cette nouvelle méthode et décrit quelques-unes des applications auxquelles elle a conduit.

1. *Principe de la méthode.* — Les gaz peuvent, en général, être considérés comme de bons isolants, mais on sait que, dans certaines circonstances, ils deviennent conducteurs de l'électricité : les gaz de la flamme en sont un exemple.

Les gaz conducteurs renferment des centres électrisés, positifs et négatifs, auxquels on a donné le nom d'ions. Si le gaz ionisé contient des poussières, elles viennent se fixer sur les ions par attraction électrique ; s'il renferme des vapeurs, elles se condensent sur ces mêmes éléments.

En présence d'un champ électrique, constitué par exemple par les armatures d'un condensateur plan, relié à une batterie de piles, les ions positifs se dirigent vers le plateau négatif, les négatifs vers le positif. Supposons maintenant le gaz en mouvement, un ion est sollicité par deux forces, l'une f_1, dans le sens du champ, l'autre f_2 dans le sens d'écoulement ; il se dirige donc suivant la résultante des deux. Si l'on connaît la vitesse des ions, celle du courant gazeux, la différence de potentiel, il est facile de calculer les armatures pour que tous les ions soient captés à l'intérieur de l'appareil.

On a montré également qu'une pointe, chargée à un potentiel élevé, projette un courant d'ions de même signe qu'elle ; ces ions sont les éléments déterminants du vent électrique.

Considérons, en particulier, le cas d'un condensateur cylindrique parcouru par un gaz chargé de poussières et dont l'armature intérieure est constituée par un fil fin, qui se comporte comme une pointe au point de vue de la décharge ; les poussières sont chassées violemment vers le cylindre extérieur et tombent dans une trémie dans laquelle elles peuvent être recueillies.

Pour des conditions de fonctionnement bien déterminées, au voisinage du potentiel disruptif, le fil se recouvre d'une gaîne lumineuse blanche (effet couronne).

C'est cette forme de décharge que Cottrell a utilisée pour la précipitation électrique ; l'ionisation devient intense au voisinage du fil.

2. *Réalisation industrielle de la méthode.* — Voici comment Cottrell a réalisé industriellement le procédé dont nous venons d'indiquer le principe :

Une différence de potentiel élevée doit être appliquée aux deux armatures du précipiteur. Comme les machines statiques sont inutilisables, que les dynamos à courant continu à tension élevée n'existent pas, mais que d'autre part l'emploi des transformateurs statiques permet d'obtenir des tensions élevées, la solution consiste à transformer un courant alternatif à 110 volts par exemple, à la tension voulue, et à redresser le courant secondaire du transformateur. Le signe de la

décharge n'est pas indifférent ; les expériences ont montré qu'une efficacité bien plus grande est obtenue quand la décharge est négative, c'est-à-dire lorsque l'électrode présentant l'effet couronne a cette polarité.

Le tableau ci-dessous permet de comparer l'efficacité des trois modes de décharge :

	Précipitation
Décharge alternative.....	50 %
Décharge positive.....	70 à 80 —
Décharge négative.....	95 à 98 —

Ce redressement peut se faire de deux façons, soit à l'aide d'un contact tournant soit à l'aide d'un kénotron.

Cottrell avait choisi, au début de ses recherches, pour les électrodes de décharge, des conducteurs filiformes, revêtus d'un guipage d'amiante, dont les fils constituaient une infinité de petites pointes; aujourd'hui elles sont formées, soit par des fils ou des chaînettes d'acier tendues sous l'action d'un poids placé à leur extrémité, soit par des barres ou des grillages métalliques munis d'aspérités. Si l'on est en présence de vapeurs acides, on leur substitue des fils d'acier recouverts d'une enveloppe de plomb en forme d'étoile, ou des lames de plomb taillées en biseau, ou de simples fils de plomb antimonié. Ces électrodes sont supportées par des barres métalliques reposant sur des isolateurs placés à l'extérieur des précipiteurs. Afin de faire tomber les poussières qui adhèrent, on imprime des secousses aux barres qui ne sont encastrées qu'à une de leurs extrémités.

On a le choix, pour le précipiteur, entre la forme du condensateur plan ou celle du condensateur cylindrique. Dans la première, les lames formant armature sont disposées de part et d'autre des électrodes de décharge et constituent les parois et cloisons de l'appareil ; dans la seconde les mêmes électrodes sont entourées par des cylindres sur lesquels se fait la précipitation. Ces deuxièmes électrodes sont mises à la terre pour éviter les accidents. On les construit en tôle d'acier que l'on recouvre de plomb lorsque les vapeurs sont corrosives. On emploie également dans ce cas des tube de grès ou des cloisons en béton armé sur la face interne desquels on fait couler une mince couche d'eau qui sert de conducteur.

Au début, la tension aux bornes du transformateur n'était que de 17.000 volts, elle fut portée à 50 puis 75.000 volts. Dans les installations faites en France par la Compagnie Cottrell, elle varie entre 35.000 et 85.000 volts.

Le courant dans le précipiteur est de l'ordre du milliampère.

Le volume du gaz traité est variable ; dans certains cas, il n'est que de quelques mètres cubes à la seconde, mais il peut atteindre des valeurs plus considérables.

L'emploi de précipiteurs disposés en série, à la suite les uns des autres, permet de réaliser des précipitations fractionnées :

a) Quand il arrive que la composition chimique de la poussière la plus fine diffère de la poussière la plus grosse, on sépare les produits de plus en plus fins, en faisant passer les gaz dans des appareils qui se suivent ;

b) Supposons que le gaz contienne deux corps ayant des points de volatilisation différents, on précipite, une première fois, à une température telle que le second produit soit à l'état de vapeur, puis après avoir refroidi le gaz suffisamment pour que le corps à récupérer soit condensé, on recommence l'opération. Ce principe a été appliqué à des gaz de grillage contenant de l'anhydride arsénieux. Ce corps étant vaporisé au-dessus de 220° on exécute deux précipitations, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de cette température.

3. *Résultats.* — La méthode a été appliquée dans un grand nombre d'industries à la précipitation des poussières les plus variées : acide sulfurique et gaz contenant des vésicules acides ; poussières dégagées dans les industries métallurgiques ; gaz de hauts-fourneaux; poussières de ciments ; fumées.

« Je crois, conclut M. Salles, que dans bien des cas la précipitation électrique vaut la peine d'être installée, et qu'elle est une source de bénéfices. Elle constitue un perfectionnement notable sur les procédés préalablement en usage, malgré les quelques inconvénients résultant de la mise au point. Je dois toutefois, pour être exact, faire remarquer qu'en ce qui concerne la purification des gaz contenant des vésicules acides, certains chimistes sont d'avis que l'on arrive au même résultat avec d'autres dispositifs, qui ne sont pas plus onéreux. La méthode électrique me semble plus simple, moins sujette à ennuis. »

A. Bc.

Industrie

Les ciments artificiels à haute résistance. — M. J. Hendricks (*Bulletin de la Société de Chimie Industrielle*, t. III., p. 41) traite ce sujet intéressant au point de vue de la fabrication des ciments spéciaux, qui ont une si grande vogue, actuellement, auprès des spécialistes du béton armé et des agglomérés à base de ciment.

Pour exalter les qualités des ciments artificiels, il faut s'attacher à soigner particulièrement les points suivants de leur fabrication :

1° La composition chimico-physique du mélange cru ;

2° La cuisson et la trempe ;

3° La finesse de mouture.

L'auteur passe successivement en revue ces différents points et détaille les expériences qu'il a entreprises en vue d'étudier leur influence relative sur la valeur du produit.

En ce qui concerne la composition chimico-physique des mélanges crus, il rappelle ses études précédemment publiées, dans lesquelles il préconise comme formule de constitution la formule générale :

$$x\ Si\ O^2.\ 2{,}5\ Ca\ O + y\ Al^2\ O^3\ Ca\ O + z\ Fe^2\ O^5\ 3\ CaO.$$

L'application industrielle de cette formule a donné des résultats favorables, et nombre de techniciens l'ont adoptée avec succès.

L'auteur recommande sa méthode d'appréciation de l'*aptitude à la cuisson* des mélanges crus, qui consiste à doser le résidu insoluble dans les acides et les alcalis d'un gramme de mélange cuit dans des conditions « standard », à basse température.

Il expose ensuite les résultats déjà obtenus pas l'analyse spectrale, dans le but de rechercher si la présence de doses minimes de corps rares influe sur les résistances des ciments, par analogie avec ce qui se passe dans les aciers.

Concernant la cuisson et la trempe, il relate des expériences industrielles et présente des microphotographies, desquelles il résulte que le mode de cuisson et la trempe ont une influence considérable sur les propriétés optiques des cristaux produits, ainsi que sur leurs dimensions.

Pour ce qui regarde l'établissement du degré de finesse de mouture, il insiste sur le peu de valeur des chiffres obtenus par tamisage. Des ciments

laissant le même résidu sur le tamis de 4.900 mailles peuvent avoir cependant des degrés de finesse extrêmement variables, suivant le procédé de broyage employé et la dureté spécifique de la matière. Il propose d'exprimer la *finesse absolue* par un *module de finesse* représenté par le rapport : $\frac{\textit{Poids spécifique,}}{\textit{Poids du litre}}$ se basant sur ce fait que pour un même produit le poids spécifique est fixe et indépendant de la finesse de mouture, alors que le poids du litre varie largement avec la finesse absolue. Il présente, à l'appui de cette proposition, quelques exemples tendant à établir la corrélation entre le *module de finesse* et la résistance.

L'auteur conclut en montrant comment l'ensemble des principes qui précèdent conduisent, quand ils sont judicieusement mis en pratique, à une qualité supérieure.

L. Ft.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La séance solennelle de distribution des prix aura lieu le 18 décembre.

— Dans la séance du 9 octobre, M. Driencourt a posé sa candidature au siège devenu vacant dans la section de géographie à la suite du décès de M. L. Favé.

— Dans la séance du 16 octobre, MM. F. Arago et Louis Gentil ont posé leurs candidatures au même siège.

— M. Chauffard se présente au siège de Laveran.

— M. Lacroix est désigné pour représenter l'Académie au Comité de la célébration du centenaire de Pasteur.

— M. Haller annonce à l'Académie la mort de M. Barbier, correspondant de la section de Chimie, décédé le 18 septembre à l'âge de 75 ans. Ancien élève de Berthelot, M. Barbier était devenu un des maîtres de la Chimie française.

Congrès international agricole. — Un Congrès international agricole se tiendra à Paris en mai 1923. Au dernier Congrès de Spa (15 octobre) M. Victor Boret, président de la Commission d'Agriculture de la Chambre, a exposé le programme agraire international. Une commission internationale a été constituée sous la présidence de M. Méline.

Congrès de Médecine. — Le 16e Congrès de l'Association des Médecins de langue française, qui s'est clôturé le 14 octobre à Paris, a décidé que le prochain Congrès se réunirait en octobre 1923, à Bordeaux, sous la présidence du professeur Arnozan.

A l'issue du Congrès, les membres de l'association ont été reçus à l'Hôtel de Ville où le professeur Widal a prononcé un discours.

Le timbre international à l'effigie de Pasteur. — Le Gouvernement a décidé de frapper à l'effigie de Pasteur le nouveau timbre international. M. Paul Laffont, sous-secrétaire d'Etat, a demandé l'agrément de Mme Vallery-Radot, fille de Pasteur, en la priant de désigner le portrait le plus fidèle et le plus expressif du Maître. L'émission du nouveau timbre coïnciderait avec la cérémonie du centenaire.

La Métrologie décimale en Grande-Bretagne. — Le système décimal est adopté depuis longtemps par les savants du Royaume-Uni ; mais il n'est pas encore imposé légalement. Cependant le commerce anglais est préparé à la réforme. Sir Richard Gregory, président de l'Association décimale anglaise, poursuit une active campagne en faveur du système décimal international. Le dernier numéro du *Decimal Educator* donne la liste des Gouvernements ayant adhéré récemment : Grèce, Pologne, Japon et Haïti.

Institut de Recherches chimiques de Pologne. — En 1916, une association s'était organisée à Léopold, sous le nom de *Méthane*, dans le but de développer l'industrie chimique. Cette association s'est transformée en un Institut de Recherches, placé sous la direction du professeur Moscicki. Le gouvernement polonais a concédé, près de Varsovie, un vaste emplacement destiné à la construction des bâtiments du nouvel Institut.

Institut international d'Anthropologie. — La première section de l'Institut international (Anthropologie morphologique et fonctionnelle) et la Société des Médecins-Inspecteurs des Ecoles de la Ville de Paris, ont tenu, le vendredi 27 octobre, une réunion commune, sous la présidence de M. Drou, sénateur. Plusieurs communications ont été faites par les docteurs Papillault, Dufestel, Gillet, Paul-Boncour, Laufer et Mac-Auliff, relativement à la nécessité d'une unification des méthodes de recherches, particulièrement sur les mesures anthropométriques, les aptitudes physiques et le contrôle biométrique de l'enfant.

Confédération des Sociétés scientifiques françaises. — Cette confédération, présidée par M. le professeur Moureu, membre de l'Institut, s'efforce de rassembler les ressources nécessaires pour la création ou le développement de publications de bibliographie documentaire, si nécessaires à la recherche scientifique. La belle campagne, menée en sa faveur dans la Presse et au Parlement par M. Maurice Barrès, facilité considérablement son action, en provoquant les donations particulières. C'est ainsi que M. Henri Bernstein lui a abandonné les droits d'auteur de la première représentation de sa remarquable tragédie *Judith*, qui a eu lieu le jeudi 12 octobre, devant un public d'élite. De son côté, Mme Simone, qui a interprété son rôle avec le plus grand succès, a fait don de ses honoraires. La recette a dépassé 50.000 francs.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Les cours de la Faculté des Sciences ouvriront le 3 novembre. Nous avons publié les programmes dans le numéro du 8 juillet.

Institut de Chimie appliquée. — Le major de sortie de la promotion 1919-1922 est M. Emile Pravot. Le Livre d'Or de l'Institut relève 56 anciens élèves ou élèves morts pour la France, 48 blessés, 105 cités ou décorés.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Les cours d'hiver commenceront en novembre. Des affiches annonceront les dates d'ouverture (cours publics et gratuits).

— Jean Becquerel : Physique appliquée à l'histoire naturelle.

Radioactivité, lundis, 10 h. 1/2.

Relativité, mercredis, vendredis, 14 heures.

— Costantin : Botanique. Morphologie, physiologie, pathologique, flores fossiles ; mercredis, samedis, 14 h.

— Gravier : Zoologie. Vers et crustacés, organisa-

tion des araignées, biologie des mygales maçonnes, incubation chez les vers annelés ; mardis, jeudis, samedis, 10 heures.

— M. Mangin: Botanique. Suite de l'étude des algues puis étude des bactéries, en insistant sur les maladies bactériennes des végétaux ; lundis, mercredis, 9 h. 1/2.

— Joubin : Zoologie. Invertébrés ; mardis, jeudis, samedis, 15 heures.

— Bouvier : Entomologie. Phénomènes sociaux chez les hyménoptères ; mardis, samedis, 15 heures.

—L. Roule : Zoologie. Reptiles, batraciens, poissons, poissons faune française, pêche et pisciculture ; mercredis, vendredis, 15 heures.

— P. Lemoine: Géologie. Histoire de la Terre. Epoque primaire ; samedis, 17 heures.

Collège de France. — Les cours publics et gratuits commenceront le 1er décembre.

Histoire des Sciences. M. N.

Sciences mathématiques. — M. Lebesgue, de l'Institut : Mathématiques. Sur quelques questions d'analysis situs à propos des travaux de Camille Jordan. Mardis et jeudis, à 17 heures, à partir du 5 décembre.

— M. Hadamard, de l'Institut : Mécanique analytique et mécanique céleste. Les premières années de l'œuvre de Poincaré, les mercredis, à 17 heures. Le professeur dirigera les conférences d'analyses de Mémoires, les samedis, à 10 h. 1/2. Le cours ouvrira après le 15 janvier.

— M. Deltheil : Mathématiques (fondation Peccot). La théorie des probabilités géométriques.

Sciences physiques et chimiques. — M. Brillouin, de l'Institut : Physique générale et mathématique. Théorie des principales propriétés des solides, Chaleurs spécifiques. Grandes déformations, Plasticité, Rupture. Théorie électrique de l'élasticité des solides. Rôle des quanta ; les mercredis, à 17 h. 1/2, et les samedis, à 17 h. 1/4, à partir du 6 décembre.

— M. Langevin : Physique générale et expérimentation. Phénomènes de haute fréquence ; les mardis, à 17 heures, à partir du 5 décembre.

— M. Matignon : Chimie minérale. L'aluminium, historique. Métallurgie. Alliages. Propriétés mécaniques, physiques et chimiques ; les lundis et vendredis, à 17 heures, à partir du 4 décembre.

— M. Moureu, de l'Institut : Chimie organique. La fonction acétylénique. Conférences d'hydrologie et de climatologie. Conférences sur différents sujets d'actualité ; les samedis, à 17 heures, à partir du 9 décembre.

Sciences biologiques et naturelles. — M. Cayeux : Géologie. Etude analytique et diagnostic des Roches sédimentaires (suite) ; jeudis et samedis, à 9 heures. Conférences au laboratoire, les jeudis, à partir du 3 février.

— M. Gley : Biologie générale. Exposé critique des données physiologiques relatives à la morphogenèse ; les vendredis, à 17 heures, à partir du 8 décembre. Conférences et démonstrations au laboratoire, les mardis, à 10 h. 3/4.

— M. Nageotte : Histologie comparée. L'œuvre de L.-A. Ranvier ; les jeudis, 10 heures, à partir du 7 décembre.

— M. Nathan Larrier : Protistologie pathologique (cours complémentaire). Origines des infections déterminées par les protistes, la conservation des virus dans la nature ; les jeudis et samedis, 15 h. 3/4, à partir du 2 décembre.

— M. Mayer : Physiologie comparée. Recherches physico-chimiques sur la structure et les propriétés générales du protoplasma ; les mardis et vendredis, à 15 heures, à partir du 5 décembre.

— M. Henneguy, de l'Institut ; M. Fauré-Fremiet, suppléant : Embryogénie comparée. Lois de croissance des organismes et des tissus. Energétique des premiers stades du développement ; les mardis et jeudis, à 10 h. 3/4, à partir du 7 décembre.

— M. d'Arsonval, de l'Institut : Médecine. Propriétés physiques et physiologiques des courants de haute fréquence ; les mardis, à 16 heures, à partir du 1er samedi de mars 1923.

Le Collège de France ne confère aucun grade et ne délivre aucune diplôme. Toutefois les professeurs peuvent donner des certificats d'assiduité aux auditeurs qui s'inscrivent sur les registres déposés dans les salles de cours.

D'autre part, des certificats de recherches pourront être délivrés par les professeurs aux personnes ayant travaillé sous leur direction. Ces certificats sont visés par l'administrateur.

Institut de paléontologie humaine (fondation Albert de Monaco). — M. le Dr Verneau commencera le cours d'Anthropologie préhistorique, le 4 novembre ; mardis et samedis, 15 heures, rue René-Panhard (boulevard Saint-Marcel). De l'antiquité de l'homme et des théories relatives à son origine. Des cartes d'entrée sont envoyées gratuitement aux personnes qui veulent suivre ce cours.

Institut Océanographique. — *Fondation Albert Ier*, 195, rue Saint-Jacques. Les conférences du samedi soir 21 heures, commenceront le 18 novembre. Dans la première séance, M. Louis Mayer, administrateur de l'Institut, rappellera l'œuvre scientifique de Son Altesse sérénissime, le prince Albert de Monaco.

— Novembre, 18. — M. A. Berget, professeur à l'Institut océanographique : Comment on détermine les profondeurs marines.

— 23. — M. C. Matignon, professeur au Collège de France : Le sel marin et les industries dérivées.

— Décembre, 2. — M. H. Coutière, professeur à la Faculté de Pharmacie : Les crustacés comestibles.

— 9. — M. Saint-Yves, lauréat de l'Académie des Sciences : La Mer Caspienne ; son influence sur la civilisation asiatique.

— 16. — M. L. Joubin, professeur au Muséum : Un poisson mystérieux : l'anguille.

— 23. — M. Rouch, capitaine de corvette, professeur à l'Ecole navale : Les applications de la locomotion aérienne à l'océanographie et à l'hydrographie.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les cours publics et gratuits du soir commenceront le 3 novembre.

— Mathématiques (en vue des applications). — M. Bricart, les lundis, jeudis, 21 h. 1/4.

— Mécanique. — M. Boulanger, les mardis, vendredis, 21 h. 1/4.

— Machines. — M. Sauvage, les lundis, jeudis, 21 h. 1/4.

— Physique appliquée. (Acoustique, Optique). — La théorie d'Einstein et l'optique. M. Violle, M. Lemoine, suppléant, les lundis et jeudis, 20 heures.

— Electricité industrielle. — M. Chaumat, les mercredis, samedis, 20 heures.

— Métallurgie et travail des Métaux. — M. L. Guillet, les mercredis, samedis, 21 h. 1/4.

— Chimie générale dans ses rapports avec l'indus-

trie. — **Etude expérimentale** des Métalloïdes et de leurs dérivés. M. Jacob, les lundis, jeudis, 21 h. 1/4.

— Chimie agricole et Analyse chimique. — M. Schlœsing, les mercredis, samedis, 20 heures.

— Chimie industrielle. — M. Fleurent, les mardis et vendredis, 20 heures.

— Chimie des matières colorantes, teinture, blanchiment, apprêts. — M. Wahl, les lundis, jeudis, 20 heures.

— Chimie appliquée aux chaux et ciments, à la céramique et à la verrerie. — M. Boudouard, les mardis, vendredis, 20 heures.

— Constructions civiles. — M. Mesnager, les mardis, vendredis, 21 h. 1/4.

— Filature. Tissage. — M. Dantzer, les lundis, jeudis, 20 heures.

— Art appliqué aux métiers. — M. Magne, les mercredis, samedis, 21 h. 1/4.

— Agriculture et produits agricoles dans leurs rapports avec l'industrie. — M. Heim, les mardis, vendredis, 20 heures.

— Economie industrielle et statistique. — M. Liesse, les mardis, vendredis, 21 h. 1/4.

— Economie et assurances sociales. — M. Mabilleau, les mardis, vendredis, 20 heures.

— Organisation du travail et association. — M. Simiand, les lundis, jeudis, 20 heures.

— Organisation technique du travail humain. — M. Langlois, les mardis, vendredis, 21 h. 1/4.

— Hygiène. — M. N.

— Droit commercial. — M. Alglave, les mercredis, 20 heures.

— Géographie commerciale et industrielle. — M. Hauser, les mercredis, 20 heures.

— Economie politique. — M. Deschamps, M. Aucuy, suppléant, les jeudis, 21 h. 1/4.

— Navigation aérienne. — M. Soreau, les samedis, 20 heures.

École de physique et de chimie de la Ville de Paris. — La 41e promotion qui vient d'entrer en octobre, compte 35 élèves. Le major est M. Paul Charlot, élève sortant de l'Ecole Colbert.

Ecole d'application du génie maritime. — 16 élèves ont été admis à suivre les cours en qualité d'élèves libres.

A l'Ecole préparatoire, 9 élèves ont été admis ; le major est M. Parigi.

Institut national d'agronomie coloniale. — Le nombre des élèves à admettre en 1922 est de 20 dans chacune des sections agronomiques et agricoles. Dans la section agronomique, 9 places sont réservées aux ingénieurs agronomes et 7 aux ingénieurs agricoles (*J. Off.*, 15 octobre).

Université de Strasbourg. — L'Institut de Mathématiques de l'Uunversité de Strasbourg continue sa marche ascendante. Depuis l'armistice, il a délivré 2 diplômes d'études supérieures et 2 doctorats ès-sciences ; dix de ses auditeurs ont été admis à l'agrégation de mathématiques.

En ce qui concerne les certificats d'études supérieures délivrés par la Faculté des Sciences, le nombre de ceux qui relèvent des sciences mathématiques a suivi la progression suivante : 1919, *13* ; 1920, *18* ; 1921, *31* ; 1922, *40*.

Université de Clermont. — La Faculté des lettres est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures de géographie humaine.

École de chimie de Mulhouse. — M. G. Mignonac, docteur ès-sciences, vient d'être appelé à la chaire de chimie organique de l'Ecole de Chimie de Mulhouse, dont la réputation est universelle, principalement en ce qui concerne les textiles et la teinture.

Écoles de médecine et de pharmacie. — Un concours s'ouvrira le 23 avril 1923 à la Faculté de Toulouse, pour la désignation du suppléant de la chaire de pharmacie et matières médicales à l'Ecole préparatoire de Clermont.

— A la Faculté de Paris, un concours aura lieu le 30 avril 1923, pour la désignation du suppléant des chaires de pathologie et de clinique médicale à l'Ecole d'Angers.

Écoles de médecine navale. — Sont nommés, après concours : à Bordeaux, M. le médecin de 1re classe Nayrolle (chaire de pathologie externe et obstétrique) ; à Brest, M. le médecin de 1re classe Guilloux (chaire de seméiologie et petite chirurgie). Le (*J. Off.*, 15 octobre) publie le programme d'admission à ces Ecoles pour l'année 1923.

Écoles nationales des industries agricoles de Douai. — 34 élèves viennent d'être admis après examen. La scolarité est de deux ans. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 2 octobre 1922

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Paul Montel.* **Sur les familles quasi normales de fonctions méromorphes.**

ASTRONOMIE. — *H. Deslandres.* **Émission des rayons X, ultra X, et corpusculaires par les corps célestes.**

Le fait que la radiation pénétrante est huit fois plus intense dans notre atmosphère à 9.000 mètres qu'au niveau du sol (Kohlhörster) conduit à supposer qu'elle est émise par le Soleil ou même par l'espace cosmique, en particulier par les étoiles jaunes géantes. La matière solaire émettrait des rayons X, ultra X (de fréquences plus grandes que celles des rayons X) et cathodiques, avec une intensité allant en croissant comme la température, de la surface au centre de l'astre. Dans un exemple cité par Eddington, la température au centre d'une étoile, dont la masse est une fois et demie celle du Soleil, atteindrait 4.650.000 degrés ; la longueur d'onde maximum, pour un corps noir à cette température, serait de 6 angströms. La Terre présente aussi ces rayonnements spéciaux. Il importerait, par des études sur les phénomènes électriques de l'atmosphère terrestre aux grandes altitudes, de rechercher l'origine exacte des radiations pénétrantes.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Eligio Perucca.* **Les propriétés superficielles du mercure : caractère voltaïque, tension superficielle, effet photo-électrique.**

L'auteur met en évidence une relation entre la tension superficielle et le caractère voltaïque de la surface du mercure, ce qui est en accord avec la théorie de l'anticontact et celle de Frenkel.

SISMOLOGIE. — *A. Brives* et *M. Dalloni.* **Le tremblement de terre du 25 août 1922, et la structure géologique de la région de Ténès-Cavaignac (Algérie).**

Les différentes particularités de ce tremblement de terre, qui débuta à 11 heures, et entraîna la démolition de presque toutes les maisons du centre de colonisation de Cavaignac, peuvent être expliquées par l'existence d'une grande faille de tassement dirigée NE-SW entre Ténès et Cavaignac. L'augmentation du débit des sources qui se trouvent sur le pourtour du bassin est encore une preuve directe que les fractures de cette faille ont joué. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Jean Durand* (prés. par M. G. Charpy) **Contribution à l'étude des modifications thermiques de quelques fontes de moulage.**

L'auteur présente un diagramme montrant les dilatation et contractions subies par la fonte de moulage soumise à cinq chauffages successifs entre 600° et 900°. Une augmentation permanente de volume a pu être démontrée par des essais à une température inférieure au point critique. Comme l'ont montré MM. Charpy et Grenet, elle est fonction de la teneur en silicium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L.-J. Simon* et *A.-J.-A. Guillaumin.* **Détermination quantitative du carbone et de l'hydrogène par l'emploi du mélange sulfochromique.**

Complétant les notes précédentes (C. R. t. 170, p. 514 et 734, t. 174, p. 1706, t. 175, p. 167), les auteurs montrent que cette nouvelle méthode d'analyse organique s'applique à un très grand nombre de substances et permet non seulement le dosage du carbone, mais celui de l'hydrogène. Il suffit de titrer l'excès d'oxydant par les méthodes connues. Au lieu du titrage on peut déterminer l'excès d'oxydation par l'action d'un excès d'une substance organique connue et même du volume gazeux obtenu. Dans les nombreux cas où elle s'applique, l'emploi du mélange sulfochromique permet d'éviter la délicate et laborieuse méthode à l'oxyde de cuivre.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *Mlle M. Braecke* (prés. par M. Guignard). **Sur la présence d'aucubine et de saccharose dans les graines de Rhinanthus Crista-Galli.**

Déjà les auteurs avaient trouvé l'aucubine dans le mélampyre jouissant des propriétés observées par Bourquelot et Hérissey, propriétés différentes de celles de la rhinanthine, glucoside qui y avait été découverte par Ludwig et Muller. Les auteurs ont pu préparer l'aucubine cristallisée et confirmer l'identité de ce glucoside avec celui extrait du Rhinanthe.

A. RIGAUT.

EMBRYOGÉNIE. — *A. Brachet.* **Sur les propriétés des localisations germinales de l'œuf.**

Les matériaux formateurs de tout le système nerveux central et de la chorde dorsale tout entière sont, dans la blastula et par conséquent dans l'œuf fécondé, localisés dans la zone occupée par le croissant gris; quand ils ont été détruits, ils ne peuvent pas être remplacés par d'autres, même venus du voisinage immédiat.

Les substances organogènes, constitutives des localisations germinales, ont une faculté d'assimilation limitée et par conséquent un pouvoir de croissance limité aussi; les cellules qui se les partagent ne peuvent donc pas proliférer indéfiniment avant de subir les différenciations fonctionnelles qui les stabilisent.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). **Recherches embryogéniques sur l'*Hippuris vulgaris* L.**

L'embryon de l'*Hippuris vulgaris* se développe selon des règles identiques à celles qui ont été décrites à l'occasion du *Veronica arvensis*. L'ovule possède un seul tégument; le nucelle se résorbe de très bonne heure, sauf au sommet du sac, où persiste une calotte pluricellulaire. L'albumen se cloisonne aussitôt après la fécondation et donne naissance du côté micropylaire à quatre cellules haustoriales. Tous ces caractères permettent de rapprocher l'*Hippuris vulgaris* des Scrofulariacées.

PHYSIOLOGIE. — *A. Policard* (transm. par M. Roux). **Sur le mécanisme de fonctionnement des cellules adipeuses.**

Dans la cellule adipeuse adulte, on ne peut constater pratiquement de mitochondries. Il n'y a pas lieu, par conséquent, de songer à un rôle quelconque de ces organites dans la prise et le rejet de la graisse qui s'opèrent constamment dans le tissu adipeux adulte. Les mitochondries ne semblent pas intervenir dans le fonctionnement de la cellule adipeuse adulte. L'élaboration par les mitochondries ne représente qu'un des modes possibles de la prise de la graisse; chez les Mammifères, ce mode semble n'exister qu'au niveau de la cellule adipeuse de type histologique embryonnaire. La cellule adulte prend la graisse par fixation directe.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *A. Desgrez, H. Bierry* et *F. Rathery* (prés. par M. Widal). **Diabète, acide β-oxybutyrique et lévulose.**

Les divers sucres ne sont pas indifféremment interchangeables dans la ration; l'équilibre de l'organisme demeure, dans une certaine mesure, conditionné par la structure moléculaire de l'aliment. Il est devenu nécessaire de considérer une spécificité alimentaire, au sens chimique du mot.

L'ingestion de lévulose permet de remédier à certains accidents du métabolisme; son emploi, chez le diabétique, en général, fournit un moyen de prévenir et de combattre l'élimination de l'acide β-oxybutyrique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Goris* et *P. Costy* (prés. par M. Guignard). **Uréase et urée chez les champignons.**

L'uréase existe chez presque tous les Champignons supérieurs; lorsque ce ferment fait défaut, ou ne se trouve qu'en proportion très faible, l'urée existe en proportion variable dans le thallophyte, suivant le stade végétatif.

— *Emile-F. Terroine, R. Wurmser* et *J. Montané* (prés. par M. Guignard). **Influence de la constitution des milieux nutritifs sur la composition de l'*Aspergillus niger*.**

L'absence de réserve azotée en présence de hautes concentrations d'ammoniaque, l'accumulation de substances ternaires en présence de hautes concentrations d'hydrocarbones, enfin la consommation de protéiques à l'inanition, même une fois couverts les besoins énergétiques, sont autant de faits qui rapprochent la physiologie de l'*Aspergillus* de celle des animaux supérieurs.

BACTÉRIOLOGIE. — *Georges Truffaut* et *N. Bezssonoff* (prés. par M. L. Maquenne). **Un nouveau bacille fixateur d'azote.**

Il sagit d'un petit bacille, Gram positif, aérobie sporogène, motile, liquéfiant la gélatine, dénitrifiant énergique, très répandu dans le sol. L'ensemble de ses caractères distingue nettement cet organisme de tous les fixateurs d'azote atmosphérique décrits jusqu'à ce jour.

Il se distingue également de celui des non-fixateurs qui se rapproche le plus de lui par sa morphologie, le *Proteus vulgaris*. Les auteurs proposent de nommer cet organisme *Bacillus Truffauti*.

MICROBIOLOGIE. — *J. Clunet, A. Rochaix* et *Th. Kofman*. **Action sur les microbes du rayonnement secondaire.**

S'il a été impossible aux auteurs, comme à la plupart des expérimentateurs, d'observer une action bactéricide due directement aux rayons X, ils ont mis en évidence une action inhibitrice due au rayonnement secondaire, en plaçant les cultures à l'état de vie ralentie.

Les radiateurs métalliques massifs à poids atomique faible (aluminium, colbalt, nickel) donnent cette action inhibitrice, quand ils sont excités par des rayons X peu pénétrants; un rayonnement primaire très pénétrant ne peut faire résonner convenablement ces radiateurs.

P. Guérin.

Séance du lundi 9 octobre 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Bratu* (prés. par M. Appell). **Sur les progressions d'ordre supérieur.**

NOMOGRAPHIE. — *Halvör Hansson* (prés. par M. d'Ocagne). **Sur un procédé nouveau de multiplication des échelles fonctionnelles.**

AÉRONAUTIQUE. — *Rodolphe Soreau* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Sur les lois de variation des caractéristiques de l'air standard avec l'altitude.**

Pour les besoins de l'aéronautique, il importe de connaître, aux différentes altitudes z, les valeurs moyennes p_m et a_m de la pression et de la densité de l'air. A Lindenberg, le Dr Reger a calculé ces valeurs en se servant des moyennes t_m de la température corrigées de l'état hygrométrique. M. Soreau préfère se servir de la moyenne p_m des pressions observées et calculer la densité en se servant de la relation $dp = -a dz$. Cette méthode présente le double avantage d'utiliser le baromètre seul et de tenir compte en bloc de toutes les influences qui agissent sur la densité a de l'air : température, état hygrométrique et météorologique, composition, etc...

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Seiglé* (prés. par M. Rateau). **Possibilités d'emploi industriel des barres d'acier doux préalablement écrouies par traction.**

L'écrouissage par traction, obtenu par une rupture préalable des barres, élève la limite élastique à près de deux fois ce qu'elle était primitivement, soit environ 48 kg. par millimètre carré. Or cette opération n'offre pas plus de difficultés que celle effectuée journellement dans les usines métallurgiques sur des barreaux de traction. On peut ainsi constituer un matériau industriel susceptible de nombreuses applications.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Charles Nordmann* et *Le Morvan*. **Sur les températures effectives des étoiles θ et τ de la Grande Ourse.**

L'observation des étoiles θ et τ au photomètre hétérochrome conduit à des chiffres sensiblement identiques pour leurs températures effectives, bien que ces astres soient de types spectraux différents. M. Ejnar Hertzsprung ayant émis l'opinion que ce résultat est en désaccord avec le fait bien connu des « mean colour-équivalent », les auteurs montrent que la contradiction n'est qu'apparente.

OPTIQUE. — *Charles-L.-R.-E. Menges*. **Sur le coefficient de Fresnel.**

En adoptant, pour définition de l'indice μ'_w de la lumière dans un corps transparent, le rapport entre la vitesse avec laquelle la lumière arrive au cylindre et la vitesse avec laquelle la lumière se propage dans le cylindre, M. Menges établit la formule de Fresnel, perfectionnée par Lorentz

$$V + w = \frac{c}{\mu'_w} + \left(1 - \frac{1}{\mu'^2_w}\right) w$$

dans laquelle V représente la vitesse de la lumière dans le cylindre en verre et par rapport à celui-ci et w celle du mouvement du cylindre.

ÉLECTRICITÉ. — *G. Holst* et *E. Oosterhuis* (transm. par M. H. Kamerlingh Onnes). **Le potentiel explosif d'un gaz.**

Dans une série d'observations sur les gaz rares, les auteurs ont observé que, contrairement à la théorie de l'ionisation par chocs de Townsend, la matière de la cathode avait une influence, lorsqu'on se trouvait au voisinage du potentiel explosif minimum. L'expérience a confirmé que les ions positifs ne provoquent pas l'ionisation par chocs contre les molécules des gaz, mais que par leur attraction électrostatique ils peuvent les libérer de la cathode.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Jean Rey* (transm. par M. Blondel). **De la possibilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique balayant le ciel.**

Dans la théorie, déjà développée par l'auteur (C. R. t. 172, 1922, p. 466), il n'est pas tenu compte de l'influence du balayage du faisceau dans le ciel. Il avait été admis que le faisceau était projeté instantanément. Or il n'en est pas ainsi. La probabilité d'atteindre l'avion est d'autant plus forte que le déplacement du faisceau est plus rapide; mais la vitesse angulaire toutefois ne doit pas dépasser une certaine limite car la durée d'éclairage de l'avion doit être suffisante pour produire une impression visuelle bien nette. Cette nouvelle condition conduit à des conclusions quelque peu différentes des précédentes. R. Dongier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Brochet* (prés. par M. A. Haller). **Remarques sur la préparation du cyclohexanol.**

L'auteur a montré que le nickel permettait la réduction et l'hydrogénation des substances fondues, en solution ou en suspension (C. R. t. 158, 1914). L'hydrogénation du phénol donne le cyclohexanol; elle est intégrale si on opère sous pression (10 à 15 atmosph.) à la température de 100-150°. On n'observe la formation d'aucun produit intermédiaire. On emploie 5 p. 100 de nickel catalyseur. Avec 40 gr. de nickel, on a pu hydrogéner 6.300 gr. de phénol et il y a eu absorption de 4.000 litres d'hydrogène. L'activité du catalyseur s'accroît d'abord, puis elle diminue.

— *A. Damiens* (prés. par M. Le Chatelier). **Sur l'absorption de l'éthylène par l'acide sulfurique; production d'alcool éthylique, de sulfate diéthylique, et d'hydrocarbures liquides.**

Déjà, en commun avec M. Lebeau, l'auteur avait étudié cette absorption (C. R. t. 156, 1913). Il apporte aujourd'hui des précisions sur les réactions obtenues avec ou sans catalyseur. Le catalyseur serait un sous-sulfate et le catalyseur optimum est constitué par l'oxyde cuivreux. Il se forme le complexe

$$SO^4Cu^2, n(C^2H^4),$$

qui peut réagir sur un excès d'acide. Suivant les conditions, on obtient de l'acide éthylsulfurique seul, ou bien mélangé avec du sulfate diéthylique. En présence de mercure, le complexe se décompose, et il y a formation de carbures saturés, bouillant entre 110° à 300° (pétroles). L'hydrolyse de l'acide éthylsufurique

fournit de l'alcool. Le rendement est théorique, si l'absorption a lieu à basse température.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *E. Marillier* et *Van Ruymbeke* (prés. par M. Lindet). **Sur un procédé pour la production de l'alcool absolu industriel, et son application à la préparation du carburant national.**

On sait que l'alcool absolu peut être utilisé comme combustible, si on l'ajoute à l'essence ou au pétrole, avec lesquels il est miscible. On peut le préparer industriellement au moyen de déshydratants liquides. Parmi les nombreux déshydratants possibles, la glycérine est celui qui convient le mieux. Il suffit qu'elle descende dans la colonne distillatoire et rencontre la vapeur ascendante d'alcool ; la déshydratation a lieu même à la température de 50°. La concentration peut ainsi atteindre 98°5-99 et le prix de revient est alors peu supérieur à celui du procédé qui donne l'alcool à 96°. Si on dissout dans la glycérine du carbonate de potassium (30 %), on arrive à 99°9. On régénère la glycérine par distillation et dessiccation dans le vide. A. Rigaut.

PALÉONTOLOGIE. — *H. Douvillé.* **Les Lépidocyclines et leur évolution : un genre nouveau « Amphilepidina ».**

L'évolution vers l'Ouest des Lépidocyclines diffère assez notablement des caractères qu'elle présente dans la direction opposée ; les derniers gisements de l'extrême Orient, à Madagascar et sur la côte de l'Afrique orientale, ont la faune habituelle de la région avec *Eulepidina formosa* et des *Amphilepidina*. La région opposée s'arrête à Malte et à l'Albanie avec *Eul. elephantina, Eul. dilatata* et *Nephrolepidina Tournoueri;* aucune espèce n'est commune aux deux régions et les types sont différents.

ENTOMOLOGIE — *E.-L. Bouvier.* **Nouvelles recherches sur l'apparition des individus reproducteurs dans la fourmi fauve et la fourmi des prés.**

Au début tout au moins, les dômes étudiés l'année dernière ont produit cette année des reproducteurs du même sexe. Il y a des nids où les reproducteurs des deux sexes sont réunis à l'époque où les autres sont unisexués. Dans l'une et l'autre espèce, des femelles finissent par apparaître dans les nids où ne se trouvaient d'abord que des mâles. Ce que l'on ignore c'est l'époque où apparaissent ces derniers dans les nids à femelles.

MORPHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Paul Vuillemin.* **Le pétalostème.**

L'auteur désigne du nom de *pétalostème* le membre dont le pétale et l'étamine sont des parties.

La première ébauche du pétale apparaît chez les Haplogones (Amphigones et Acrogones) sous forme de dilatation du filet ou du connectif, de crête prolongeant ce dernier, etc. Le *propétalostème* ainsi constitué est connu chez les Naïadacées. Son passage au pétalostème apparaît dans l'ordre des Illécébrinées.

Les pétalostèmes ou leurs équivalents caractérisent un certain nombre de familles de Dicotylédones et de Monocotylédones.

La conception du pétalostème, dégagée d'une foule d'observations, permet, dit M. Vuillemin, de résoudre bien des difficultés de la morphologie florale et de la systématique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* et *Mlle Denise Kohler.* **Ce que deviennent les hydrates de carbone quand meurent les feuilles des arbres.**

Lorsque les feuilles meurent en automne, les 9/20 environ des hydrates de carbone solubles qu'elles contiennent tombent avec ces organes et se trouvent ainsi perdus pour l'arbre : 7/20 disparaissent consommés dans le phénomène respiratoire ou entraînés par les pluies et les rosées; 4/20 seulement font retour aux parties vivaces, se mettent en réserve dans la tige ou la racine, et peuvent être ultérieurement utilisés.

— *Saint-Jonesco* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Transformation d'un chromogène des fleurs jaunes de *Medicago falcata* sous l'action d'une oxydase.**

Les réactions démontrent que le pigment jaune de *Medicago falcata* ne fait pas partie de la classe des tanins, mais doit être rattaché aux phénols. C'est par oxydation (au moyen de l'oxydase extraite de *Russula delica* ou de l'eau oxygénée) et non pas pour réduction que ce chromogène se transforme en pigment violet de nature anthocyanique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mirande* (prés. par M. Guignard). **Sur la relation existant entre l'anthocyanine et les oxydases.**

Les observations exposées dans cette Note montrent la relation qui existe entre la pigmentation anthocyanique et les phénomènes oxydasiques, et aussi l'indispensable influence de l'oxygène dans la production de l'anthocyanine. Peut-être est-ce au stade de la production du chromogène phénolique que, dans le cours de la synthèse totale de l'anthocyanine, intervient l'obligatoire phénomène oxydant ? L'auteur a constaté que, dans les écailles de Lis, ainsi qu'il arrive en maints autres cas, ce stade est sans arrêt.

MYCOLOGIE. — *Léon Azoulay* (prés. par M. L. Mangin). **Sur le rapprochement provoqué et spontané des feuillets de *Russula Queletii* (Fr). Bataille et ses variétés.**

En passant un pinceau fin très souple et à peine humecté d'eau entre deux lames pour en enlever les spores, les tranches de ces lames se sont immédiatement mises en contact, au fur et à mesure du passage du pinceau. On peut penser que le pinceau cause une effration des tissus par laquelle s'échappe une infime quantité de suc ; cette déplétion suffirait peut-être, d'après l'auteur, pour rompre l'équilibre de turgescence des deux faces de la même lame, de sorte que celle-ci s'infléchirait du côté lésé.

PARASITOLOGIE. — *P. Mathias* (prés. par M. F. Mesnil). **Cycle évolutif d'un Trématode Holostomide (*Strigea tarda* Steenst).**

L'œuf pondu dans l'eau donne un miracidium bioculé qui pénètre dans *Limnea stagnalis L.* où il se transforme en sporocyste qui produit des cercaires à queue bifurquée. Celles-ci, à l'état adulte, sortent pour pénétrer dans une autre limnée en perdant leur queue. Là, elle se transforment en Tétracotyle mobile, puis en T. enkysté. Cete limnée étant avalée par un oiseau tel que le canard, les kystes évoluent en *Strigea tarda* Steen, qui pond au bout de 3 jours et demi, et le cycle recommence.

MICROBIOLOGIE. — *M. Blanchard* et *G. Lefrou* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur un spirochète trouvé dans le sang de cas de fièvre bilieuse hémoglobinurique et son action pathogène.**

Dans deux cas de fièvre bilieuse hémoglobinurique, les auteurs ont pu observer un spirochète différent de tous ceux déjà étudiés et qu'ils appellent *Sp. biliohæmoglobinuria.* Doit-il être regardé comme l'agent des cas examinés ? Ce n'est pas invraisemblable; toutefois un troisième cas a été observé chez lequel la recherche du spirochète a été négative. Aussi, les observations

ayant été faites dans des régions différentes, les auteurs se demandent si la bilieuse à spirochètes ne serait pas liée à certaines conditions de terrain.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'œuvre scientifique de Laplace, par M. H. ANDOYER, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes, Professeur à la Sorbonne. Un vol. petit in-16 (de la collection Payot), de 162 pages. Payot et Cie, 106, boulevard Saint-Germain, Paris, 1922. — Prix relié : 4 fr. net.

« Parmi les innombrables savants dont la France s'enorgueillit à juste titre, Laplace est un des plus illustres : le *Traité de Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du Monde*, la *Théorie analytique des probabilités*, ont rendu son nom immortel ». M. Andoyer a su faire revivre la figure de Laplace, nous dépeindre son caractère, avec ses grandes qualités et ses petits travers, et surtout analyser avec une clarté et une précision remarquables son œuvre si puissante et si variée.

Après une courte biographie, M. Andoyer dégage les caractéristiques de l'œuvre de Laplace en insistant surtout sur les tendances philosophiques de son génie. Il résume ensuite successivement l'œuvre de Laplace en Mécanique céleste, ses travaux sur la théorie des probabilités, ses recherches sur des sujets divers, l'exposition du système du monde, le traité de Mécanique céleste et la théorie analytique des probabilités.

M. Andoyer a su, en peu de mots, avec un choix heureux de citations, trouver la pensée directrice, dégager l'essentiel des principales œuvres de Laplace, nous faire assister à l'évolution de ses idées. « En terminant cette étude trop sommaire, écrit-il à la fin de l'ouvrage, il nous reste un vœu à exprimer : c'est que, malgré son imperfection, elle inspire au lecteur la même résolution qu'au général Bonaparte écrivant à Laplace pour le remercier de l'envoi d'un volume de la *Mécanique Céleste* : « Les premiers six mois dont je pourrai disposer seront employés à lire votre bel ouvrage. »

Beaucoup de lecteurs éprouveront à coup sûr ce désir. S'ils n'ont pas le loisir de le réaliser, du moins la claire, précise et substantielle monographie de M. Andoyer leur aura-t-elle inspiré une admiration réfléchie et raisonnée.

A. BOUTARIC.

Essai philosophique sur les probabilités, par P.-S. LAPLACE. 2 vol. in-18 de XII-103 et 108 pages. (*Les Maîtres de la Pensée Scientifique*, collection Maurice Solovine). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Nous ne pouvons mieux faire que de donner un extrait de la notice écrite par M. Solovine en tête de l'ouvrage :

En 1814, Laplace a publié « l'Essai philosophique sur les probabilités » qui est, comme il le dit dans l'introduction, le développement d'une leçon donnée aux écoles normales en 1795. C'est bien dans ce livre que le génie de Laplace se montre dans toute son étendue et toute sa profondeur. Adoptant le déterminisme universel comme postulat fondamental, il considère la certitude comme limite idéale que l'esprit humain s'efforce d'atteindre dans tous les domaines de son activité. Toutes les sciences sont ainsi affectées d'un coefficient de probabilité plus ou moins grand, selon leur degré de perfection. Négligeant ici l'instrument analytique, Laplace, dans un style simple et lumineux, traite le problème sous ses multiples aspects et marque l'étendue de son application. Ses considérations philosophiques, ses profondes analyses psychologiques et ses pénétrantes réflexions sur les affaires humaines assignent à ce livre une place élevée parmi les productions de la philosophie des sciences. Les tendances philosophiques du XVIII^e^ siècle y trouvent leur expression la plus haute et la plus caractéristique.

S. R.

Éléments de la théorie des Vecteurs et de la Géométrie analytique, par P. APPELL, Membre de l'Institut, Recteur de l'Université de Paris. In-16 de 147 pages avec 57 figures. (*Collection Payot*), Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

Le principe de la géométrie analytique est d'une admirable simplicité et sa portée est immense. Non seulement, il conduit à coup sûr à la solution de problèmes, dont la recherche serait, sans lui, hasardeuse, non seulement il donne aux lignes et aux surfaces leur classification naturelle mais encore, il vient au secours des autres sciences : l'usage des coordonnées est devenu courant en Mécanique, en Physique, en Astronomie, et la grande souplesse de cette notion en a merveilleusement secondé les progrès.

A côté de la géométrie analytique, s'est développé le calcul vectoriel, qui en offre tous les avantages, et supprime l'inconvénient d'un recours aux axes de coordonnées. Par lui, on opère directement sur les grandeurs vectorielles, sans perdre de vue les entités physiques qu'elles représentent.

Ces deux doctrines, qui se complètent mutuellement, sont aujourd'hui indispensables dans tous les ordres de l'activité scientifique. Pour épargner aux jeunes travailleurs la lecture de traités volumineux, notre éminent Recteur de l'Université de Paris en a extrait à leur intention, avec cette clarté qui lui est propre, les éléments essentiels, pour les présenter en un petit nombre de pages. Le débutant, ayant bien saisi les notions générales relatives aux vecteurs, n'aura ainsi aucune peine à se familiariser avec la représentation de la droite et des courbes planes, le calcul des angles et distances, et pourra acquérir des notions précises sur l'ellipse, l'hyperbole et la parabole. Il abordera alors l'étude des problèmes correspondants de la géométrie de l'espace, intimement convaincu qu'il poursuit l'application d'une méthode acquise depuis longtemps.

Mais, si l'ouvrage de M. Appell est désigné à rendre aux élèves d'éminents services, il ne sera pas moins utile aux maîtres : qu'il nous soit permis de souhaiter que beaucoup s'en inspirent pour alléger leur enseignement !

G. BOULIGAND.

Electricité et Matière par Sir J. J. THOMSON traduit de l'Anglais par M. Maurice Solovine. Préface de M. Paul Langevin. In 12 de 132 pages avec 19 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr. 50.

Le public scientifique français fera l'accueil le plus empressé à la traduction, par M. Solovine, du livre bien connu de Sir J. J. Thomson, *Electricité et Matière*. Cet ouvrage, dont la préface est écrite par M. Lange-

vin, est la reproduction d'une série de conférences faites il y a environ vingt ans : on y retrouve l'esprit pénétrant, la largeur de vues, le talent d'exposition qui ont toujours caractérisé le maître de Cambridge.

L'auteur expose d'abord comment les théories de Fadary et de Maxwell permettent de rendre compte des principaux phénomènes électriques et magnétiques, y compris le mode de production des rayons X. Il établit la structure granulaire de l'électricité et l'existence de l'électron, constituant universel des atomes. Il explique ensuite comment ces considérations, et surtout la nécessité d'interpréter les pénomènes radioactifs, l'ont amené à imaginer un modèle d'atome ; c'est chronologiquement, notons-le, la première tentative de ce genre. Le dernier chapitre traite de la radioactivité dont la découverte était alors assez récente.

Depuis lors, nos conceptions se sont sensiblement transformées ; elles sont encore, à l'heure actuelle, en pleine évolution : la physique a pris un développement exceptionnellement brillant, dont Sir J. J. Thomson est d'ailleurs l'un des principaux artisans. Il est particulièrement intéressant de connaître ce qu'étaient, à cette époque, les idées de l'illusre savant qui devait, par la suite, au moyen des rayons positifs, réaliser une analyse chimique profonde et rendre définitivement tangible la notion si curieuse d'isotopie.

S. Veil.

Les premières leçons de chimie. Enseignement pratique et théorique par M. Jules Goffart, Professeur de chimie à l'Athénée royal de Liège. Maison d'édition Vanderpoorten, Gand. — Prix : 6 francs.

« Au lycée, l'enseignement des sciences naturelles doit être une discipline éducatrice, et non pas un chargement de la mémoire. Des faits, d'abord exactement perçus, et ce sera une culture de la faculté d'observation, puis des faits comparés, et ce sera une culture de la faculté de comparaison ; enfin, à la suite de ces comparaisons, des liaisons positives, constatées entre des faits, et ce sera la culture de la faculté de généralisation, une première conception de la loi, un premier éveil du sens scientifique (L. Liard, *Conférences du Musée pédagogique* 1904). »

M. Goffart s'est inspiré de ce programme pour écrire ces premières leçons destinées aux élèves de l'enseignement moyen de la classe de rhétorique, suffisamment instruits déjà pour qu'on puisse leur faire une démonstration et non pas leur *apprendre*, comme on le fait aux enfants. Avec une suite d'expériences et d'observations, interprétées comme l'entendait Liard, l'élève *comprendra, il aura réfléchi;* les interprétations l'amèneront à retrouver, par pure intuition, les lois de réactions et les théories. M. Goffart s'est bien gardé de formuler ces lois et d'exposer ces théories, il les a amorcées avec des faits en employant le langage et la notation qui conviennent. C'est, en somme, comme pour l'enseignement des langues vivantes, la méthode directe ; l'élève sera ainsi initié aux ions et aux électrons, aux variations d'énergie, aux principes qui lui seront complètement exposés dans la suite de ses études. Ce petit livre sort de la banalité inopérante des premiers livres de chimie élémentaire. A. R.

Etudes sur l'organisation et le développement des Lombriciens limicoles thalassophiles, par Jean Delphy. In-8° de 137 pages avec 65 figures. G. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr. 50.

Attaché au laboratoire maritime de l'île de Tatihou, M. Delphy a consacré plusieurs années de patientes observations à l'étude de divers Lombriciens des bords de la mer ; dans le volume qu'il publie sur ce sujet, et qui est une thèse de doctorat, il a réuni l'ensemble de ses recherches, concernant d'une part l'anatomie et la biologie, d'autre part la reproduction et le développement de ces Vers. Celui qui n'en a pas soi-même tenté l'examen ne peut guère se rendre compte des difficultés de technique, de la minutie et de la circonspection que comporte l'étude de ces petits animaux. On conçoit ainsi l'importance que M. Delphy attache à des minimes détails de structure peu ou pas connus jusqu'ici, et la satisfaction qu'il éprouve d'avoir réussi à représenter nettement les divers vaisseaux principaux du Tubifex noir, par exemple, ou le système nerveux de Clitellio. Habituellement, quand un jeune zoologiste s'attache à l'étude d'un groupe, il n'a de répit que lorsqu'il a allongé de quelques espèces nouvelles la liste des espèces connues. Il faut rendre cette justice à M. Delphy qu'il n'a pas cherché à compliquer une classification déjà suffisamment confuse ; les soins qu'il apporte à la description de divers détails anatomiques ont précisément pour but de rendre plus aisée la spécification ; il ne décrit que deux espèces nouvelles. Malgré les conditions particulièrement pénibles où il a dû mener à bonne fin sa tâche, M. Delphy a réussi à compléter son étude anatomique par de nombreuses observations, quelquefois fort curieuses, sur l'œcologie et l'éthologie, sur la maturation sexuelle, la ponte et la formation du cocon, la fécondation, la segmentation de l'œuf, enfin le développement embryonnaire et l'éclosion de ses Lombriciens. A. Drz.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

G. W. C. Kaye. — The practical applications of X-Rays. In-8° de 134 pages avec 96 figures. Chapman et Hall, éditeurs, London. — Prix : 10 sh. 6 p.

J. Boussinesq. — Cours de physique mathématique de la Faculté des Sciences. Complément au tome III. In-8° de XLVIII-217 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Emile Borel. — Méthodes et Problèmes de Théorie des fonctions. In-8° de 148 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Stuyvaert. — Algèbre (premier degré) à l'usage des Écoles primaires, moyennes, normales, etc. In-8° de 117 pages. Van Rysselberghe et Rombaut, éditeurs, Gand. — Prix : 4 fr. 50.

L. Guignard. — Le Jardin botanique de la Faculté de pharmacie de Paris, avec un plan du Jardin. In-16° de 180 pages. Marqueste, éditeur, Toulouse. — Prix : 8 fr.

R. Schwarz et *A. Juliard.* — La Chimie des complexes inorganiques. In-16° de 72 pages. Dunod, éditeur, Paris.

Le Roy. — Hygiène industrielle. Les établissements classés. Leur nouvelle réglementation. In-8° de 200 pages Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Dr Achalme. — Les édifices physico-chimiques, t. II. La Molécule. Equilibres et réactions chimiques. In-8° de 232 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Chateau, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 21 — 60e ANNÉE — 11 NOVEMBRE 1922

SUR LE RECRUTEMENT DU PERSONNEL DES LABORATOIRES SCIENTIFIQUES

On a beaucoup parlé depuis quelques mois de la « *Grande misère des Laboratoires* » scientifiques de notre pays. Les louables sacrifices accomplis par le gouvernement, les appels éloquents de M. Maurice Barrès, diverses initiatives généreuses et notamment le beau geste que vient de faire M. Henri Bernstein en consacrant, aux grandes fédérations scientifiques françaises, le produit de la première représentation de *Judith*, permettent de compter désormais sur une dotation moins précaire de l'outillage et des moyens de publication mis à la disposition des chercheurs et des travailleurs dans le domaine des recherches désintéressées. Certes, il convient de rendre un sincère hommage à ce bel ensemble d'efforts consacrés au maintien et à l'accroissement de notre prestige et de notre production scientifiques, mais il subsiste néanmoins, malgré l'importance de ces résultats, une question qui nous semble primordiale pour l'avenir de la Science française, c'est celle du *Recrutement du personnel de ces Laboratoires* (1), dont on s'efforce, à si juste titre, d'augmenter les dotations et vers lesquels il importerait d'attirer une partie de l'élite de notre jeunesse déjà drainée par l'attrait traditionnel et le snobisme des « Grandes Écoles », et des avantages positifs et certains qu'elles assurent.

Il est à craindre, en effet, que les moyens matériels si généreusement accordés à nos établissements scientifiques ne puissent être que très insuffisamment mis en œuvre par un personnel trop peu nombreux et trop souvent absorbé, soit par un enseignement intensif ou par de stériles occupations administratives, soit par la préoccupation impérieuse d'accroître, par des emplois accessoires, des moyens d'existence trop modestes. Les recherches originales exigent des loisirs et une liberté d'esprit qui ne sont que très exceptionnellement réalisés pour les collaborateurs actuellement donnés aux maîtres de nos Universités.

A notre époque de vie chère, où le travail intellectuel est, ainsi que le proclamait encore récemment, avec tant de justesse, M. Bergson, si misérablement rétribué, mais où le problème de l'existence matérielle se pose, surtout pour les classes moyennes, avec une si angoissante acuité, le choix d'une carrière constitue, pour nos fils, au sortir du Lycée, un bien troublant problème, et il faut bien avouer que les perspectives offertes à ceux qui pourraient être tentés par les études de science pure (qui demandent plusieurs années de travail assidu) sont, dans l'organisation présente de l'enseignement supérieur, singulièrement aléatoires ; peu de maîtres en effet osent, dans les conditions actuelles, prendre la responsabilité d'y engager à la légère des jeunes gens qui ne possèdent ni des revenus

(1) Il s'agit ici exclusivement des « Laboratoires de *recherche* » et non des « Laboratoires d'Enseignement » assurément très utiles, mais moins intéressants que les premiers au point de vue auquel nous nous plaçons ici. En effet, dans nos Universités « l'Enseignement » a moins besoin d'être encouragé que la *Recherche* qui exige plus d'originalité, plus d'initiative et plus de patience.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

suffisants pour s'exposer à un avenir incertain, ni une énergie et une confiance en eux-mêmes assez grandes pour renoncer dès l'abord à fonder un foyer et à mener une existence indépendante à l'abri du besoin avant un grand nombre d'années, et cela sans être assurés d'avance qu'ils seront parmi les quelques rares privilégiés que le succès ou la valeur exceptionnelle de leurs travaux désignera pour occuper l'une des chaires de Faculté, si peu nombreuses, de la spécialité qu'ils auront choisie.

Il y a bien, nous répondra-t-on, le préparatorat et les situations de chefs de travaux dans les Facultés des Sciences, et un projet actuellement à l'étude comporte la création de *préparateurs temporaires* et de *boursiers préparateurs*. C'est précisément sur cette réforme et sur la très grande portée qu'elle pourrait avoir pour le développement de notre vie scientifique, si on lui donne la souplesse indispensable au « rendement » que l'on pourrait en attendre, qu'il paraît opportun d'attirer l'attention des pouvoirs publics.

Il convient de remarquer tout d'abord que le *nombre* des *Assistants* ou préparateurs titulaires et des Chefs de travaux pratiques, *dans chaque spécialité scientifique*, est très restreint (15 à 20 pour les préparateurs, dans toute la France, y compris Paris). Le statut existant fait, en outre, de ces préparateurs (Assistants) et chefs de travaux des fonctionnaires classés, soumis à un avancement régulier, en partie à l'ancienneté, et qu'il faut des motifs très graves pour éliminer, même en cas d'incapacité ou d'insuffisance notoires.

Beaucoup de ces postes sont actuellement occupés par des personnalités médiocres auxquelles des occupations accessoires suffisamment lucratives permettent de s'éterniser dans leurs fonctions jusqu'à leur retraite sans utilité pour la science, mais en enlevant ainsi aux candidats plus jeunes, plus aptes ou plus travailleurs, toute perspective d'arriver rapidement à gagner modestement leur vie.

Un certain nombre de ces situations sont, en outre, surtout depuis la guerre, occupées par des jeunes filles, assurément très dignes d'intérêt, mais qui obstruent également pour un temps indéterminé une partie des postes si peu nombreux offerts aux jeunes savants, comme prix de longues et laborieuses études.

Il a été question de prévoir le *remplacement*, par *voie d'extinction*, *d'une partie de ces postes* (1), par des « préparateurs temporaires » (ou préparateurs proprement dits) ou par des « boursiers préparateurs », nommés pour un temps limité et qui pourraient être révocables ou non renouvelables en cas d'insuffisance ou d'une activité scientifique peu satisfaisante.

Il est à remarquer d'autre part que les candidatures aux emplois d'assistants (préparateurs titulaires) sont, dans l'état actuel des choses, le plus souvent occasionnelles et ne permettent (malgré la précaution d'un stage préalable) qu'un choix très imparfait et sans garanties.

Dans les conditions que nous venons de résumer, la conclusion suivante s'impose donc avec force : la réorganisation du personnel des Laboratoires ne pourra porter les fruits qu'on en attend, tant au point de vue de la multiplication et du prestige des carrières scientifiques qu'à celui de la production des travaux de recherche et des progrès de la science, que si elle comprend *simultanément* ;

1° Le maintien des postes d'Assistants et Chefs de travaux titulaires en nombre assez grand pour assurer une existence décente aux jeunes savants formés dans nos Facultés en attendant le titulariat dans une des chaires de nos Universités ;

2° La création, *à côté de ces postes*, dans les *Laboratoires de recherche*, par exemple dans ceux qui font partie de l'École pratique des Hautes Études, de postes de préparateurs (temporaires) ou de boursiers préparateurs. Cette disposition permettrait de *prendre à l'essai* des jeunes gens distingués par leurs maîtres et d'éprouver leur vocation ou leur capacité pour la recherche, tout en leur procurant des moyens d'existence convenables, avec faculté de les renvoyer à d'autres occupations en cas d'inaptitude constatée.

Le nombre de ces derniers postes ne serait d'ailleurs pas fixe pour chaque Faculté, chaque Laboratoire ou chaque spécialité, mais variable suivant les candidatures proposées par les professeurs. Ils permettraient d'encourager de jeunes travailleurs, tout en leur donnant la possibilité de continuer leurs études et de mener une existence décente jusqu'à leur nomination à des postes d'Assistants titulaires.

La rétribution des Assistants et Chefs de travaux devra être en outre assez élevée pour rendre possible aux intéressés d'effectuer une partie au moins de leur carrière dans ces postes et de fonder une famille sans être voués à la misère ou sans être contraints de rechercher des occupations accessoires.

La création de préparateurs temporaires permettrait d'autre part aux maîtres d'attirer aux

(1) Il est à remarquer que, formulée dans ces termes, la création proposée perd une grande partie de son intérêt et de son utilité, la présence d'un Assistant ou préparateur permanent (titulaire) *à côté d'un* préparateur temporaire éventuel, étant absolument indispensable dans tout Laboratoire où règne quelqu'activité scientifique.

hautes études des sujets d'élite et de réaliser parmi eux une *sélection* qui améliorerait certainement les cadres des Assistants (préparateurs titulaires) et des chefs de travaux.

Ainsi se trouverait réalisée, croyons-nous, une réforme véritablement *démocratique*, dans l'acception la plus élevée de ce mot, et éminement favorable au « rendement et au rayonnement de la Science française.

W. KILIAN,
Membre de l'Académie des Sciences

LA MONNAIE, SON ÉVOLUTION, ÉTAT ACTUEL

Invité par l'Institut des Hautes Etudes de Bruxelles à exposer, à propos de l'Industrie de la fabrication de la monnaie, les recherches que j'ai effectuées sur les propriétés des métaux et alliages, je tiens tout d'abord à remercier l'Université du très grand honneur qu'elle m'a fait.

Nos deux pays, unis depuis, dans l'invasion comme dans la victoire, ont contracté leur première alliance sur le terrain monétaire. Ils faisaient partie de cette union latine fondée en 1865 et qui comprenait la France, la Belgique, l'Italie, la Suisse et plus tard la Grèce. Elle avait pour but d'établir une monnaie ayant cours dans tous ces pays pour faciliter leurs relations commerciales. Cette union latine persiste encore, bien que la monnaie qu'elle définissait ait à peu près disparu et soit remplacée par la monnaie en papier dont les inconvénients sont universellement reconnus.

Il semble donc que l'histoire de la monnaie n'ait qu'un intérêt rétrospectif. Au contraire c'est celle de l'heure présente, car tous les pays ont senti la nécessité de remplacer la monnaie papier par une monnaie métallique transitoire; c'est surtout celle de l'avenir. Le jour que nous devons espérer prochain où la crise commerciale que nous traversons sera apaisée, il sera nécessaire de revenir à une monnaie véritable, représentant réellement sa valeur nominale.

Comme toutes les monnaies anciennes auront disparu, tous les Etats auront les mains libres. Il faut espérer qu'une entente commune pourra se faire sur un type universel d'une monnaie commune; il importera qu'elle soit irréprochable au point de vue matériel. L'étude présente a pour but d'en définir les conditions.

La monnaie a existé dès le début de la civilisation. Dès que l'humanité eut acquis le sentiment de la propriété, prélude indispensable de toute civilisation, la nécessité des échanges s'imposa : le chasseur fut heureux de troquer la partie surabondante du gibier qu'il avait tué, contre une mesure de blé qui lui faisait défaut; mais, pour qu'il y ait échange, il faut que chacun des contractants ait besoin de ce que l'autre peut lui céder. Tel n'est pas toujours le cas. Je me souviens avoir rencontré en Espagne, dans la Sierra Serrata, un individu à cheval portant sur le pommeau de sa selle un bissac volumineux rempli d'objets hétéroclites. C'est le médecin, me dit-on. Comme il courrait grand risque de n'être jamais payé, il prélève chez ses malades, à chaque visite, des volailles, du blé, des légumes, que sa femme va revendre sur le marché. L'inverse ne serait guère vrai. Voit-on un médecin proposant en échange d'une pièce d'étoffe, une consultation à un commerçant bien portant qui n'en a que faire?

Les Romains rangeaient les échanges en trois catégories :

do — ut des
do — ut facias
facio — ut facias.

La première catégorie, échange de deux marchandises réelles, peut se faire dans tous les cas. Les deux dernières, où intervient un travail effectué, ne sont réalisables que si l'une des parties a précisément besoin du travail au moment de l'échange.

Il était donc nécessaire d'adopter un intermédiaire représentatif de la valeur de la marchandise cédée ou du service rendu. Ce jour-là la monnaie fut créée.

Les peuples de l'antiquité qui ont laissé leur histoire étaient principalement pasteurs; aussi les premières matières d'échange furent-elles les têtes de bétail : le mot latin *Pecunia,* monnaie, vient de *Pecus,* troupeau. Tous les anciens comptes s'exprimaient en bœufs et en brebis.

Homère nous précise que :

« Un grand trépied en bronze valait 12 bœufs,
« tandis qu'on ne paye que 4 bœufs une jeune
« esclave connaissant bien les travaux du ménage
« (que les temps sont changés!) Laerte livre
« 20 bœufs pour posséder Euryclée; enfin, com-
« parant les armes de Glaucos à celles de Dio-

« mède, Homère nous dit que les unes valaient « cent bœufs, les autres, neuf seulement. »

A Sparte, Dracon fixe en bœufs et en brebis le tarif des amendes et des récompenses. Enfin Eschyle parlant d'un homme dont le témoignage a été acheté à prix d'or, dit qu'il a un « bœuf sur la langue ». Combien de nos contemporains, fiers de leur discrétion, renonceraient à se servir de cette expression, s'ils en connaissaient la véritable origine.

De nos jours encore, chez certains peuples restés en dehors des routes commerciales, des plaques de sel, des coquillages appelés Cauris, des tubes de bambous pleins de miel, des instruments grossiers en fer constituent les moyens d'échange les plus fréquemment utilisés.

Chez les peuples orientaux, les lingots d'argent, la poudre d'or ont été employés de tous temps pour ce même usage. Les métaux sont, en effet, particulièrement qualifiés comme objets d'échange, grâce à leur inaltérabilité. La valeur élevée qu'ils offrent souvent sous un poids très faible en facilite le transport. Cette valeur dépendant de leur poids nécessitait l'emploi de la balance quand il s'agissait de poudre ou de morceaux de métal quelconques, et celle-ci devint l'instrument monétaire par excellence. Une figure empruntée aux hiéroglyphes représente un Egyptien pesant des tabnous. Les Grecs du temps d'Homère pesaient l'or et l'évaluaient en talents : celui-ci était un poids très faible d'or qui équivalait au prix d'un bœuf.

La balance n'était pas, à cette époque lointaine, à la portée de tout le monde, et l'on chercha bientôt quelque chose de plus simple. Les Etrusques employèrent d'abord comme monnaies des morceaux de cuivre brut dont quelques-uns sont parvenus jusqu'à nous et qui devaient être pesés. Ceux-ci furent remplacés par des barres de cuivre portant sur une de leurs faces des points ou des lignes transversales qui en définissaient à simple vue le poids et la valeur. Certains gros marchands, nous dirions aujourd'hui banquiers, eurent l'idée d'apposer leur poinçon sur des lingots comme garantie de leur prix. L'une des plus anciennes est celle d'un certain Phanès, qui représente un cerf marchant tête basse comme pour brouter, et portant en exergue : « Je suis la marque du marchand Phanès. » Celui-ci dut à sa monnaie de passer à l'immortalité.

Les plus anciennes monnaies dignes de ce nom qui soient parvenues jusqu'à nous sont les monnaies grecques des Etats baignés par la mer, c'est-à-dire ayant eu une activité commerciale. Elles ne paraissent guère remonter plus loin que le VIe siècle avant Jésus-Christ. Elles sont en or, en électrum ou en argent. Les monnaies de bronze de cette époque semblent faire défaut, peut-être parce qu'elles ont disparu par oxydation, tandis que celles en métaux précieux ont survécu grâce à leur inaltérabilité.

La nature du métal intervenait comme son poids dans la valeur du lingot servant de monnaie. Ici nous ne connaissons pas les moyens employés par les anciens pour contrôler la nature de ces métaux. Ils devaient être bien primitifs, car les anciennes monnaies, formées essentiellement de métaux natifs, sont en réalité très impures. Les anciens admettaient même un métal intermédiaire comme prix entre l'or et l'argent « l'électrum » simple alliage naturel de ces deux métaux.

Il faut arriver à Archimède pour trouver, par la détermination de la densité, un moyen pour caractériser la composition de certains alliages. La pierre de touche, qui constitua le premier moyen pour déterminer le titre de l'or et de l'argent ne fut inventée qu'au XIIIe siècle par Raymond Lulle, prieur d'un couvent de bénédictins. Elle eut immédiatement une vogue immense permettant de distinguer la bonne monnaie de la mauvaise. On lui demanda même de reconnaître la valeur morale des gens. Les mendiants qui recevaient l'aumône étaient marqués à l'acide nitrique sur l'un des ongles et ne pouvaient se présenter dans le même couvent que quand la tache jaune avait disparu, c'est-à-dire un mois après environ. Cette tache caractérisait les mendiants : de là l'expression : Il en a une touche !

Les rois et les seigneurs ne tardèrent pas à se substituer à l'initiative privée en fabriquant de petits lingots de métaux précieux d'un poids et d'une valeur déterminés, et y imposant leur sceau comme garantie. La pièce de monnaie était créée.

Dès lors, ces pièces eurent seules cours légal. L'Etat y trouva son bénéfice en leur attribuant une valeur nominale supérieure à leur valeur réelle; les particuliers y trouvèrent aussi leur compte en recevant une monnaie d'une valeur fixe et indiscutée sans contestation possible sur leur poids et leur titre.

L'Etat maintint jalousement son privilège et l'étendit à des monnaies en métaux communs servant de monnaies divisionnaires. Il faut arriver à des époques troublées au point de vue financier pour qu'il consente à se dessaisir de son droit régalien et à permettre aux particuliers, aux

municipalités ou aux collectivités, de frapper de véritables monnaies transitoires.

Je vous présente, comme exemples de ces dernières un monneron, frappé en 1791 par les frères Monneron qui payèrent bientôt de leur tête la célébrité ainsi acquise; la monnaie du siège d'Anvers en 1814, enfin les jetons émis cette année même en France par l'union des Chambres de commerce.

Le rôle de l'Etat consiste uniquement à garantir le poids et la nature du métal précieux contenu dans la pièce qui doit sa valeur à ce métal, et non à l'inscription qui y est apposée.

Tous les économistes sont d'accord sur ce point. Je citerai ce que disait Copernic au XVI^e^ siècle : « Quelque innombrables que soient les fléaux « qui d'ordinaire amènent la décadence des « royaumes, des principautés et des républiques, « les quatre suivants sont, à mon avis, les plus « redoutables : la discorde, la peste, la stérilité « de la terre et la détérioration de la monnaie. « Pour les trois premiers, l'évidence fait que « personne ne les ignore ; pour le quatrième, peu « de gens s'en occupent. Pourquoi ? Parce que « ce n'est pas d'un seul coup mais petit à petit, « par une action presque latente, qu'il ruine « l'Etat. »

Citons encore le théorème de Gresham : « La mauvaise monnaie fait émigrer la bonne à l'étranger. » Combien ces sages paroles devraient être méditées à l'heure présente!

Voyons maintenant quels sont les métaux qui, dans le cours des siècles, ont servi à frapper des monnaies.

Nous trouvons, en premier lieu, l'or, le roi des métaux. Par sa rareté, par son éclat, par son inaltérabilité, il dut attirer l'attention des premiers hommes. Sa métallurgie est nulle car il se rencontre dans la nature à l'état natif et subit la fusion sans précautions et sans altération.

Il constitua la parure préférée des femmes et devint le signe visible de la richesse et la ressource des mauvais jours. Les Arabes n'ont-ils pas, encore de nos jours, la coutume d'échanger leurs riches moissons contre des bijoux massifs d'or et d'argent, dont ils surchargent les bras et les pieds de leurs femmes, quitte à vendre, aux jours de disette, les bijoux d'abord, quelquefois même les femmes aux jours de détresse.

L'or devient dès lors le but de toutes les aspirations, de toutes les recherches. Dans l'enfance de la science qui nous est chère, il créa l'alchimie, et la recherche de la pierre philosophale qui devait convertir en or les métaux vulgaires, occupa les meilleurs esprits du moyen âge. Solennellement condamnée comme une chimère par la science moderne, elle essaye de renaître de ses cendres avec les idées nouvelles sur la constitution de l'atome et la transformation de l'émanation. On lui demande même de régénérer les finances épuisées des Etats, comme si l'or était, par lui-même la richesse, que constitue seul le travail.

L'argent concourut avec l'or à la fabrication des monnaies. Il se trouve aussi souvent à l'état natif; mais, même lorsqu'il existe dans le minerai à l'état de combinaison, sa métallurgie est des plus simples. Il possède un éclat presque comparable à celui de l'or, est inoxydable comme lui, mais s'altère aux vapeurs sulfureuses.

Dans tous les pays où le minerai d'or était rare, dans l'intérieur des terres où le commerce avec l'étranger n'existait pour ainsi dire pas, l'argent devint le métal monétaire par excellence. C'est resté le cas pour les pays orientaux tels que la Chine ou l'Inde dont l'argent forme, aujourd'hui encore, la monnaie principale. Les autres métaux n'ont jamais compté que comme monnaie d'appoint.

Les pays qui n'ont qu'une seule monnaie fondamentale, qu'elle soit en or ou en argent, sont dits monométalliques. Ceux qui admettent deux étalons distincts, l'un en or, l'autre en argent, sont dits bimétalliques. Ce dernier cas est celui de l'union latine, et, par conséquent de la France et de la Belgique.

Le système monométallique est le plus simple et le seul logique. La valeur des pièces frappées avec le métal étalon est proportionnelle à leur poids et à leur titre et représente sensiblement la valeur marchande du métal qui y est contenu.

Il peut bien exister, en outre, des pièces divisionnaires faites en d'autres métaux, mais celles-ci ne comptent que comme monnaie d'appoint. Elles ont un pouvoir libératoire limité, c'est-à-dire que l'on n'est tenu d'en accepter dans un paiement qu'une quantité minime, fixée par la loi.

Les Etats qui ont adopté le bimétallisme ont deux monnaies étalons, l'une en or, l'autre en argent. Pour l'union latine, celles-ci étaient : la pièce de 20 francs (or) et la pièce de 5 francs (argent). Elles ont l'une et l'autre un pouvoir libératoire illimité, c'est-à-dire que l'on peut s'acquitter d'une somme de 1 million, par exemple, aussi bien avec des pièces de 20 francs, ce qui représente déjà un poids de 322 kilos, qu'avec des pièces de 5 francs, ce qui aurait pesé

5.000 kilos. Les monnaies divisionnaires d'argent (2 fr., 1 fr., 0 fr. 50) ne jouissent pas du même privilège et ne peuvent être imposées dans un paiement pour une somme supérieure à 50 fr.

Le bimétallisme est donc un système plus compliqué que le monométallisme, mais pour qu'il fût acceptable, il serait indispensable que la valeur relative des deux étalons restât sensiblement constante. La loi française du 17 germinal an XI, qui a servi de base à l'union latine, admettait que l'or avait une valeur 15 fois 1/2 supérieure à celle de l'argent à poids égal. En est-il toujours ainsi ? Evidemment non, la valeur de chacun de ces métaux dépend de la quantité extraite annuellement dans les mines du monde entier, et il n'y a évidemment aucune raison pour que les extractions de ces deux métaux varient proportionnellement; ainsi la production mondiale de l'or a plus que doublé de 1895 à 1914, tandis que celle de l'argent a augmenté à peine de 1/5 dans la même période.

Une autre cause influence la valeur relative des deux métaux : c'est la quantité que l'industrie peut normalement utiliser chaque année, et celle-ci est essentiellement variable. Ainsi, qu'un Etat remplace sa monnaie d'argent par la monnaie d'or, l'or se raréfiera sur le marché en même temps que l'argent y affluera.

La courbe ci-contre (fig. 82) nous montre combien le rapport : 15 1/2, fixé par le législateur pour les valeurs de l'or et de l'argent est, en réalité, variable. Il s'est, en effet, sensiblement maintenu jusqu'en 1874. A partir de ce moment, il s'est profondément décalé, atteignant son maximum en novembre 1902, avec la valeur 43,39. Il était retombé, mais atteignait encore avant la guerre 36,72 au lieu des 15 1/2 prévus par la loi. Il en résultait que la pièce d'argent était dépréciée par rapport à l'or, au point que les Etats bimétalliques durent en suspendre la frappe. Quant aux pays orientaux, les pièces y ont une valeur variable avec le cours de l'argent. Aussi les piastres d'Indo-Chine portent l'indication de leur poids et de leur titre et sont acceptées dans les paiements à un prix variable avec le cours du jour.

Dans les échanges intérieurs d'un même pays, il est d'un intérêt secondaire qu'une pièce de monnaie représente sa valeur nominale ; il n'en est plus de même dans le commerce avec l'étranger qui ne les accepte que pour leur valeur véritable. Rappelons que, même à l'intérieur de l'Union latine, on a été conduit d'abord à limiter la quantité de monnaie divisionnaire que chaque Etat avait le droit de frapper, puis finalement à interdire la circulation de celle-ci en dehors de l'Etat émetteur, en sorte que le bimétallisme de l'Union latine était intérieur à chaque Etat et était ramené en fait à un monométallisme à étalon d'or quand il s'agissait de commerce extérieur. A plus forte raison, la monnaie de billon ou le papier monétaire, qui n'ont, par eux-mêmes, aucune valeur, n'en prennent une que par la certitude de leur échange à vue contre la quantité d'or qu'elles représentent. Aussi imposait-on aux banques émettrices d'avoir une encaisse métallique qui était destinée à couvrir ce remboursement. Quand cette garantie est supprimée ou que la quantité de papier émise est trop grande par rapport à l'encaisse or, la valeur du papier diminue et le change s'établit, c'est-à-dire qu'il y a inégalité entre le franc papier et le franc or.

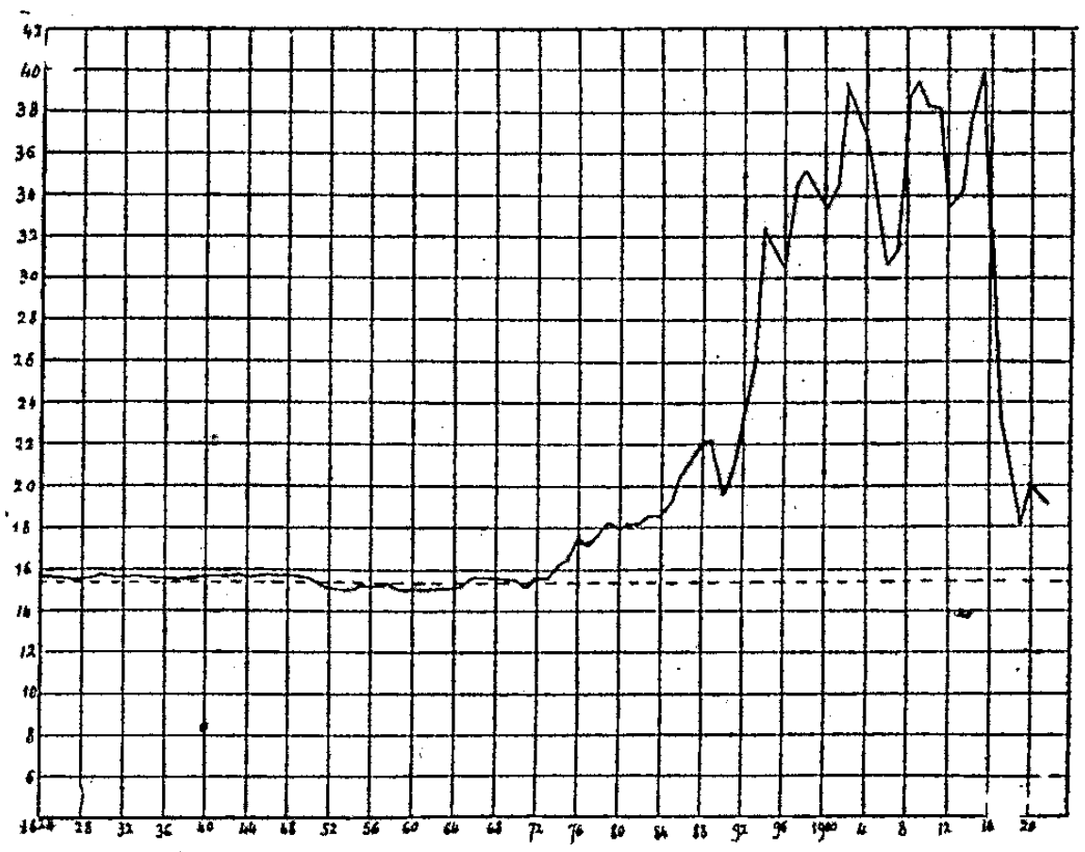


FIG. 82. — Valeurs rotatives de l'or et de l'argent.

C'est la situation actuelle de la plupart des Etats européens qui ont eu à supporter les lourdes charges de la guerre. Ils ont eu le grand tort de vouloir conserver sa valeur nominale au franc papier, c'est-à-dire de prendre celui-ci comme étalon au lieu du franc or qui est seul légal et seul logique, introduisant ce mirage que le billet de banque avait conservé sa valeur. La situation de notre commerce s'est-elle améliorée pour cela à l'étranger ? Non, puisque, grâce au change qui s'est établi, nous devons donner en papier deux ou trois fois plus que si nous payions en or.

Mais à l'intérieur, la situation s'est singulièrement aggravée. La valeur de toutes choses a monté proportionnellement à la baisse du papier devenu l'unité, déroutant à la fois le consommateur et le producteur ; grâce à ce déséquilibre profond des prix auxquels le commerce était

habitué, un mercantilisme s'est introduit dans nos mœurs qui a considérablement accru le prix normal de toutes choses. Conséquence lamentable de la méconnaissance de la loi impérieuse de l'invariabilité de l'étalon monétaire!

Malheureusement l'or est parti à l'étranger suivant le théorème de Gresham, que je rappelais plus haut; les conditions économiques actuelles nous obligent donc à envisager, pour un certain nombre d'années, la nécessité de remplacer les pièces d'or et d'argent par des monnaies fiduciaires en métaux vulgaires. Nous devons donc examiner quels sont ceux qui conviennent le mieux pour un tel usage.

Tous les métaux usuels ont été employés comme monnaies, sauf le mercure. Son état liquide ne s'y prête guère, mais surtout, étant l'emblême du dieu des voleurs, il ne saurait avoir droit de cité dans un hôtel des monnaies.

Le platine, le fer, le zinc, l'aluminium, le nickel, ont eu, tour à tour, les honneurs de la frappe. Je vous présente même des monnaies toutes récentes, émises à Dresde par la Saxe et qui sont en porcelaine. Les 20 marks sont dorés sur les bords, le mark est argenté. Elles ont sur les monnaies métalliques cet avantage d'être fragiles et de se détériorer au moindre choc. C'est tout bénéfice pour l'Etat.

Les métaux purs conviennent mal pour la fabrication des monnaies. Ils sont trop tendres et leur effigie s'efface trop vite. Ils sont peu fusibles, ce qui complique leur fabrication. Enfin, leur pureté même est un inconvénient, car elle ne permet pas de reconnaître les falsifications. On trouve, au contraire, dans les alliages des métaux entre eux, toute la gamme des propriétés que l'on peut désirer. En outre, en alliant un métal précieux avec un métal commun, on en diminue la valeur, ce qui permet, par un simple changement de titre, de modifier la valeur intrinsèque de la pièce sans avoir à toucher à son poids ou à son aspect, c'est-à-dire aux caractères auxquels le public est accoutumé.

Au moyen âge, on abusait de ce dernier procédé quand le trésor était presque vide. C'était une manœuvre frauduleuse qui devient, au contraire, parfaitement licite lorsqu'elle est publiquement annoncée. Ainsi les monnaies de l'union latine étaient primitivement toutes au titre de 900/1000e, puis, pour des raisons que nous étudierons plus loin, on a abaissé le titre des monnaies divisionnaires à 835/1000e; enfin, depuis la hausse de l'argent, il a fallu, pour les pays orientaux qui ont conservé l'usage de la monnaie d'argent, tels l'Indo-Chine, abaisser le titre à 680/1000e. L'Angleterre a même été plus loin que nous dans cette voie et fabriqué pour ses colonies des pièces à 400/1000e.

Voyons donc ce que c'est qu'un alliage, et si des règles sûres nous permettront de prévoir les modifications de leurs propriétés en fonction de leur composition.

Les métaux amenés à fusion se dissolvent habituellement en formant des alliages. Cette règle n'est pas absolue ; ainsi, le plomb fondu qui dissout immédiatement et en toutes proportions le cuivre, l'or, l'argent et le platine, est sans action sur l'iridium et sur le fer.

Même quand les deux métaux sont tous deux fondus, ils peuvent ne pas être miscibles, comme c'est le cas pour le plomb et l'aluminium, ou bien n'être que partiellement solubles l'un dans l'autre : tels sont les alliages zinc-bismuth, ou encore nickel-plomb. Dans ces cas, après refroidissement, le culot est formé de deux couches distinctes, superposées par ordre de densité. Mais dans le cas le plus général, l'alliage des deux métaux, redevenu solide par le refroidissement, a encore l'aspect métallique et possède des propriétés intermédiaires entre celles de ses composants. Il y a aussi des exceptions à cette règle. Voici l'alliage d'or et d'aluminium à 66 % d'or. Il n'a plus l'aspect métallique et est de couleur violette; c'est une véritable combinaison.

Les alliages furent le sujet préféré des études des alchimistes qui couraient après la synthèse de l'or, puis ils furent longtemps délaissés par la chimie moderne, parce qu'ils n'obéissaient pas à la loi fondamentale des proportions définies. Quand par hasard les équivalents des métaux en présence étaient dans un rapport simple et que l'alliage pouvait cristalliser, il devenait cassant et perdait les propriétés caractéristiques des alliages usuels.

Après la découverte, par Mitscherlisch, du principe de l'isomorphisme, on fit observer que la plupart des métaux cristallisant dans le système cubique étaient isomorphes entre eux. On considéra alors les alliages comme des combinaisons définies, mais dans lesquelles les métaux constituants se remplaçaient entre eux en quantité quelconque, d'après le principe de l'isomorphisme.

Naturellement des idées aussi vagues sur la constitution des alliages ne pouvaient faire avancer leur étude, et cependant ces corps prenaient de jour en jour une importance plus grande dans l'industrie. C'est de cette dernière que partirent

les recherches qui ont transformé nos idées sur les alliages.

Dès 1856, Sorby avait eu l'idée d'examiner la constitution des roches en taillant celles-ci en lames minces qu'il regardait au microscope en lumière naturelle ou polarisée.

En 1864, il appliqua cette même méthode à l'étude des alliages. Comme ceux-ci n'étaient pas transparents, Sorby en polit la surface, puis l'attaqua par des réactifs divers. Il vit ainsi paraître au microscope des contours de cristaux qui décelaient la présence de constituants multiples.

Les expériences de Sorby furent reprises quelques années plus tard par Osmond qui les érigea en méthode générale sous le nom de métallographie. Celle-ci, perfectionnée par de nombreux expérimentateurs, est aujourd'hui à la base de l'étude des alliages. Elle a permis de reconnaître que les alliages ne forment pas une substance homogène, mais qu'ils sont habituellement formés d'un certain nombre de constituants, ceux-ci pouvant être les métaux purs ou leurs combinaisons en proportions définies souvent cristallisés, empâtés dans une substance fondamentale, véritable ciment qui les relie entre eux.

La métallographie nous permet donc de déterminer la composition d'un alliage par un simple examen mais, en outre, elle nous a montré que l'écrouissage, le recuit, la trempe, qui amènent dans les alliages des modifications des propriétés mécaniques que l'analyse chimique ne peut déceler, sont en relation avec un changement dans la structure de l'alliage. Rapprochant ces données de celles fournies par l'étude de la liquation, on fut conduit à considérer les alliages comme des solutions prises en masse et comprenant des cristaux et un liquide intercalaire.

Ce n'est cependant qu'en 1893 que des études d'ensemble sur les alliages furent entreprises en Angleterre et presque simultanément en France sur l'initiative de la Société d'encouragement. Ces recherches conduisirent à nos idées actuelles sur la constitution des alliages.

L'assimilation de ceux-ci aux solutions leur fit appliquer un mode d'étude analogue à celui qui avait éclairé la nature de celles-ci. On prépara toute une série d'alliages de deux métaux à teneur variant d'une façon continue, puis on détermina les points de fusion de chacun de ces alliages; enfin on construisit la courbe de ces points de fusion, en portant en abcisses les compositions de ces alliages, et en ordonnées les points de fusion. Voici comme exemple la courbe des alliages argent-cuivre (fig. 83).

Ce qui nous frappe tout d'abord, c'est que l'addition à un métal pur d'une petite quantité d'un autre métal abaisse toujours le point de fusion

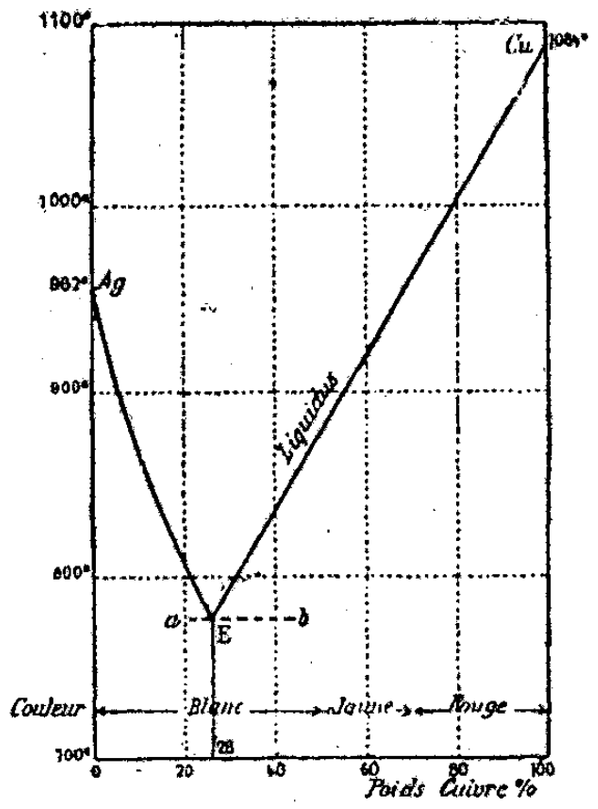


Fig. 83. — Alliages argent-cuivre. Diagramme de solidification-couleur.

du mélange, même si le deuxième métal fond plus haut que le premier. On voit en outre que, une fois la courbe connue, la détermination du point de fusion suffit pour connaître la composition de l'alliage.

Enfin, et c'est un fait très important, cette courbe passe par un minimum. L'alliage qui y correspond s'appelle l'eutectique.

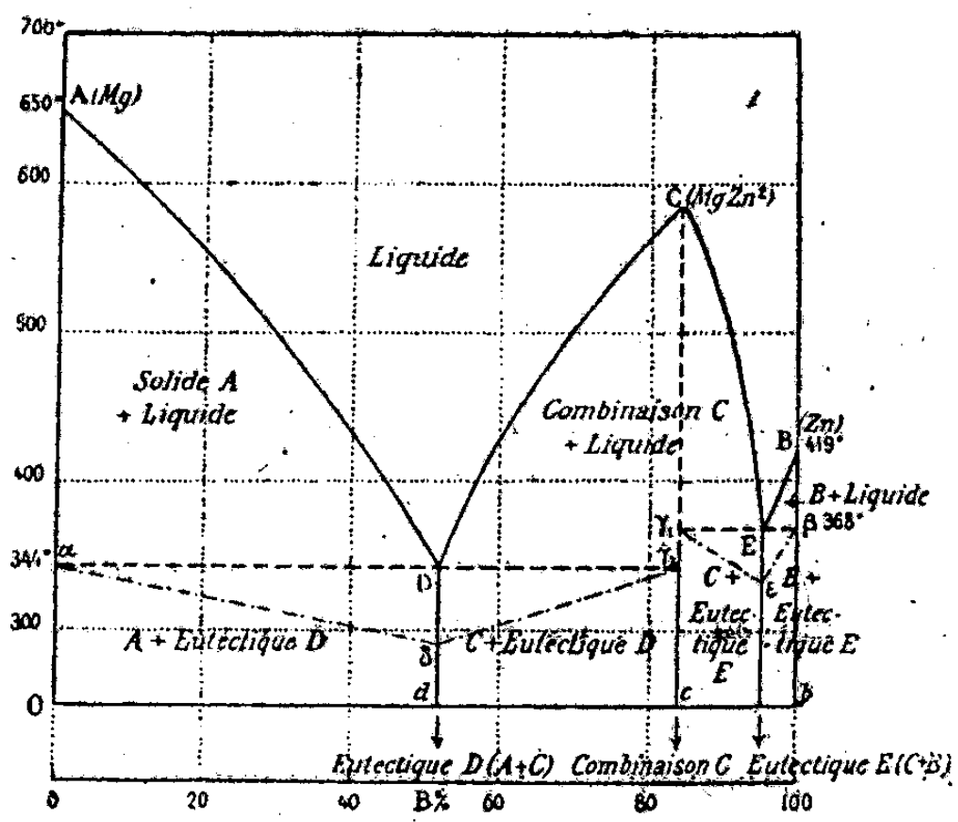


Fig. 84. — Diagramme de solidification Cas d'une combinaison avec maximum du liquidus et deux eutectiques (Alliages magnésium-zinc).

Liquidus . . . . . ADCEB

Solidus . . . . . $A\alpha D_{\gamma_2} C_{\gamma_1} E_{\beta} B$

Les eutectiques ne sont pas des composés chimiquement définis, mais ils ont une structure métallographique caractéristique. Sous faible

grossissement, ils paraissent homogènes. Quand on les regarde à un grossissement de 2 à 300 diamètres, ils apparaissent comme formés de fines lamelles superposées de 2 métaux constituants.

Avec l'alliage cuivre-argent (fig. 83), nous avons trouvé le cas très simple de deux métaux donnant une courbe continue. Il n'en est pas toujours ainsi : prenons par exemple la série des alliages magnésium-zinc (fig. 84). On voit en partant du magnésium, que le point de fusion des alliages s'abaisse d'autant plus qu'ils contiennent plus de zinc jusqu'à un pourcentage de 55, puis qu'il remonte jusqu'à une teneur de 85 ; à partir de ce point, il redescend et finalement, quand l'alliage contient 92 % de zinc, son point de fusion remonte pour arriver à celui du zinc pur.

La courbe de ces alliages nous apparaît donc comme formée de 2 courbes semblables à la précédente. Or, l'alliage à 85 % est un composé défini, critallisable, répondant à la formule $Mg\,Zn^2$

La partie de la courbe comprise entre 0 et 85 % de zinc correspond donc à une solution de $Mg\,Zn^2$ dans le magnésium pur, et la partie de la courbe entre 85 et 100 de zinc est celle d'une solution de $Mg\,Zn^2$ dans le zinc pur. Il y aura donc 2 eutectiques correspondant aux deux minima de la courbe, tandis que les maxima correspondent à des composés définis.

Les alliages de tous les métaux offrent des courbes analogues, d'autant plus complexes que les métaux initiaux peuvent former entre eux un plus grand nombre de composés définis indiqués par des maxima.

Sans aller plus loin dans cette étude un peu abstraite, nous devons en tirer les conclusions suivantes qui nous guideront dans le choix d'un métal monétaire : 1° les alliages ne sont pas des composés chimiques définis, mais de véritables solutions de l'un des métaux dans l'autre ou dans une combinaison des métaux entre eux : 2° les propriétés des alliages dépendent principalement des proportions relatives des constituants ainsi définis, mais également de la grosseur des grains ou cristaux, en sorte que la composition chimique restant la même, les propriétés mécaniques pourront varier.

La combinaison chimique n'est jamais immédiate; elle est surtout lente quand les corps ont l'un pour l'autre une affinité faible, comme c'est le cas des métaux. Même une fois amené à fusion, il faut un temps quelquefois long pour que les combinaisons des 2 métaux entre eux se forment et que l'alliage acquierre ses propriétés définitives. Tel est le cas des alliages aluminium-antimoine. On obtient, par refroidissement de la masse fondue homogène des deux métaux, des alliages dont la structure et les propriétés sont différentes suivant le temps pendant lequel la fusion a été maintenue.

Il est vraisemblable que le brûlage des alliages maintenus trop longtemps en fusion est dû à la formation lente de combinaisons inopportunes entre les deux métaux. L'étude des autres propriétés des alliages : résistance électrique, force électromotrice de dissolution, conduit à des résultats du même genre, et vient par conséquent confirmer l'idée que nous nous faisons de la structure d'un alliage. Toutes ces courbes, sans être rigoureusement parallèles, présentent les mêmes points d'inflexion et permettent de prévoir quelles seront les propriétés d'un alliage non encore réalisé.

Nous sommes maintenant à même de discerner les meilleurs alliages à utiliser pour la préparation de la monnaie. Quelles qualités doit-on réclamer de tels métaux? L'inaltérabilité, aussi bien aux agents atmosphériques qu'aux chocs et aux frottements, une ténacité et une malléabilité suffisantes. L'or, l'argent, le bronze, le nickel répondaient parfaitement à ces diverses conditions. Les deux premiers présentaient en outre une densité particulièrement élevée, en sorte qu'une falsification d'une pièce d'or ou d'argent par un métal commun possèderait un poids beaucoup plus faible et se révèlerait par là aux yeux du public le moins averti.

Mais quand le métal dont est composée la monnaie ne représente qu'une valeur infime par rapport à celle qui y est inscrite, la pièce frappée doit, outre les caractères précédents, en présenter d'autres destinés à éviter les contrefaçons.

Quand une pièce de 2 fr. de bon aloi revient à 0 fr. 10, on conçoit que des imitateurs puissent, avec un matériel aussi perfectionné que celui des Monnaies officielles, frapper des pièces aussi bien faites et en métal identique. Le public et l'Etat ne pourraient que difficilement se garantir contre une telle fraude; le choix du métal monétaire prend ici une importance capitale.

Pour que l'on puisse distinguer la fausse monnaie de la vraie, il importe d'abord que celle-ci soit fabriquée d'une façon irréprochable. L'alliage doit être homogène, toujours identique à lui-même et aussi difficile à travailler que possible, pour décourager les imitateurs, toujours moins bien outillés que les Monnaies officielles.

Enfin, pour rendre plus difficile la contrefaçon, le titre de cet alliage ne doit pas être couramment employé dans l'industrie. Il est du reste

toujours possible d'introduire dans la coulée une trace d'un métal rare facile à caractériser et variant avec le millésime.

L'idée la plus simple était d'abaisser le titre des alliages d'argent proportionnellement à l'élévation de prix de ce métal; j'ai fait établir les alliages argent-cuivre à diverses teneurs pour examiner leurs propriétés. Ils se laminent bien et se frappent également bien. L'eutectique (720) a une composition constante et pourrait à la rigueur être employé. Mais les alliages au-dessous de 500 subissent une liquation considérable et doivent être rejetés à cause de leur mānque d'homogénéité. Du reste ces alliages, y compris l'eutectique, ont une couleur jaune d'autant plus marquée qu'ils sont à plus bas titre. Même en blanchissant la surface, la couleur jaune reparaîtrait à la moindre usure et leur attirerait la défaveur du public.

Les Anglais ont résolu cette dernière difficulté en employant des alliages argent-cuivre-nickel qui restent blancs même dans les basses teneurs. Mais l'alliage à 500 d'argent qu'ils emploient a le très grave inconvénient de liquater assez pour n'avoir pas de composition constante.

L'aluminium pur a été longtemps expérimenté à la monnaie de Paris; il eût pu parfaitement constituer la monnaie de billon, bien qu'il fût un peu tendre. On a cherché à le durcir en l'alliant avec 3 % de cuivre. Un tel alliage est plus dur, tout en conservant l'aspect et la densité du métal pur. Mais ce métal est sujet à une altération désignée sous le nom de maladie de l'aluminium. L'Ouganda, qui l'avait adopté comme monnaie divisionnaire, a dû le retirer, les pièces de monnaie tombant en poussière en s'oxydant.

Parmi les métaux à densité se rapprochant de celle de l'or, il en est un, le tungstène, que l'on peut se procurer en grande quantité et à bon marché.

Il est inaltérable comme les métaux précieux et eût parfaitement convenu pour une monnaie transitoire. J'ai fait faire quelques essais avec ses alliages. Tous ceux qui renferment assez de ce métal pour avoir une densité supérieure à celle de l'argent sont cassants et ne se prêtent ni au laminage ni à la frappe.

Après bien des essais, nous nous sommes arrêtés, à la Monnaie de Paris, au bronze d'aluminium. Sa coulée offre des difficultés particulières. Ce métal est très dur et exige à la frappe une pression supérieure à celle que demandent l'or et l'argent. Enfin, il possède une belle couleur et une inaltérabilité presque égale à celle des métaux précieux.

Restait à déterminer quelle devait être la teneur en cuivre et en aluminium la plus avantageuse pour un métal monétaire. L'alliage à 10 %, dit de Ste-Claire-Deville, est certainement le plus beau comme couleur et le plus inaltérable, mais il est tellement dur qu'il met trop rapidement les coins hors d'usage. De plus on le trouve couramment fabriqué dans le commerce, ce qui eût été une facilité offerte aux faux monnayeurs.

Nous avons adopté celui à 8.75 % d'aluminium avec une tolérance de 0,25 % en plus ou en moins. Cet alliage est facile à caractériser au point de vue métallographique. Les bronze d'aluminium riches en cuivre présentent en effet deux constituants désignés sous les noms de α et β Quand, après polissage, on attaque légèrement la surface par Fe^2Cl^6 étendu, la variété α reste brillante, tandis que l'autre apparaît en noir dans la préparation. Le composé α semble être une solution d'aluminium dans le cuivre, tandis que le composé β semble être un composé défini (Al^2Cu^6) à une teneur voisine de 11.5 % d'aluminium.

En effet les alliages jusqu'à 8 % ne renferment que le constituant α tandis que le composé β apparaît au-dessus de cette teneur. Quand l'alliage renferme 11,5 % d'aluminium, le composé α a disparu et la métallographie ne révèle plus que le composé β.

On peut donc, par un simple examen microscopique, connaître la teneur d'un bronze d'aluminium compris entre 8 et 11,5 d'aluminium, par l'évaluation des proportions relatives de ses deux constituants.

La question n'est malheureusement pas toujours aussi simple, diverses données physiques venant compliquer l'examen métallographique.

Ainsi, quand on soumet un alliage à 9 % à la trempe, on voit disparaître le composé β qui y était assez abondant, comme s'il se dissolvait dans le composé α. Et la modification ainsi effectuée est définitive : elle ne disparaît pas par le recuit. Avec une intensité plus faible, l'écrouissage produit une transformation analogue, en sorte que la métallographie qui permettait d'affirmer la composition d'un bronze Al au sortir du creuset, ne donne plus la même certitude quand il s'agit d'un échantillon qui a subi des opérations multiples de trempe, d'écrouissage et de recuits.

Quoi qu'il en soit, parmi les métaux vulgaires, c'est cet alliage qui nous a paru donner le plus de garanties. Il ne faut pas oublier que celles-ci sont précaires et que l'emploi de cet alliage ne

doit être que temporaire. L'intérêt général exige que l'on revienne d'ici peu à la frappe de l'or.

Celle-ci est-elle possible, ou, en un mot, peut-on espérer voir l'or revenir à sa valeur initiale? Le prix de l'or avant la guerre avait une valeur de 3 fr. 44 le gramme sensiblement invariable, ou plutôt, la valeur de l'or étant l'unité, réglait le prix de toutes les autres marchandises sur la base de 5,81 gr. d'or pur pour la pièce de 20 fr.

Pendant la guerre, cette valeur s'est modifiée considérablement puisqu'à Paris, l'or a dépassé le prix de 11 francs le gramme (avril 1920). Cette augmentation ressortait de deux causes bien distinctes : le change et la variation intrinsèque de la valeur de l'or.

Le change n'est pas susceptible d'être exprimé par un nombre absolu; il n'est que relatif aux deux Etats entre lesquels il est considéré. Toutefois, comme actuellement le grand réservoir d'or est constitué par les Etats-Unis, c'est par rapport à ce pays que nous allons évaluer le prix de l'or. A la date du 9 avril 1920, maximum du prix de ce métal, le dollar valait à Paris 15 fr. 20, en sorte que, déduction faite du change, le prix du gramme d'or ressortait à 4 francs environ.

Quelles sont les causes de cette augmentation? Pour l'or comme pour toute marchandise, le prix est fonction de l'offre et de la demande. Or la consommation n'a pas augmenté, elle a même diminué, puisque les Etats qui avaient à la base la monnaie d'or l'ont remplacée par du papier. Sont-ce donc les mines qui sont devenues improductives? Non, il n'a pas été signalé de variation dans les teneurs des minerais, et cependant un grand nombre de mines ont dû cesser leur exploitation; les autres, malgré l'augmentation de prix considérable du produit qu'elles produisent, ont dû restreindre leur extraction. C'est que, dans cette industrie comme dans beaucoup d'autres, l'augmentation du prix de la main-d'œuvre ne permet plus une exploitation rémunératrice. Les grèves récentes du Transvaal ont montré que pour les mines d'or la diminution du prix de la main-d'œuvre est une question vitale.

Voici quelques chiffres particulièrement instructifs : une mine d'or exploitait avant la guerre des sables pauvres renfermant 0 gr. 1 à la tonne, soit une valeur de 0 fr. 32; le coût de l'exploitation était 0,18. Elle a dû fermer. La même mine avait un filon de quartz tenant 20 gr. à la tonne, représentant une valeur de 64 fr.; l'exploitation lui coûtait 30 fr. Actuellement l'or extrait vaut 140 fr., mais les frais d'exploitation se sont élevés à 160 francs.

Le jour où les Etats-Unis se lasseront d'accumuler l'or du monde entier, la valeur fictive que celui-ci représente deviendra nulle si les divers Etats ne reprennent pas la frappe.

En réalité, cette éventualité n'est guère probable, car l'or paraît bien difficile à remplacer comme étalon monétaire. Il paraît plus vraisemblable qu'il baissera de prix, (toutefois il ne reviendra jamais aux prix d'avant-guerre), et que l'on songera à reprendre la frappe des pièces d'or; il sera nécessaire, ou bien de diminuer le poids de la pièce de 20 fr. ou d'en abaisser le titre en lui laissant son ancien poids. Dans un cas comme dans l'autre, la quantité d'or fin contenu dans la future pièce aura diminué.

Le prix de toutes choses aura augmenté, mais la pièce avec laquelle on paiera contiendra moins d'or, en sorte que le poids d'or fin qui paiera une marchandise déterminée, sera resté le même qu'autrefois. L'or affirmera ainsi une fois de plus sa valeur comme étalon monétaire.

M. Hanriot,
Membre de l'Académie de Médecine,
Directeur des Essais
à la « Monnaie » de Paris.

ESSAI SUR L'ÉVOLUTION DE L'OTOLOGIE

(A propos du 10e Congrès International d'Otologie).

Les derniers jours du mois de juillet 1922 ont vu la réunion, à Paris, de 500 otologistes français, alliés et amis, sous la présidence du professeur Pierre Sebileau.

Ces assises traditionnelles n'ont rien perdu de leur caractère international, malgré l'exclusion qui avait frappé les savants allemands et autrichiens. L'otologie contemporaine, cependant, en quelque sorte, issue de l'école de Vienne, doit aux travaux germaniques une grande part de son éclat. Le président du Congrès, tout en s'expliquant franchement sur l'absence de nos ennemis d'hier, n'a pas manqué de le rappeler et de faire, dans les termes qui convenaient, l'éloge du grand Politzer.

Sans doute, il faudrait un patient travail et les dimensions d'une longue étude pour faire aujourd'hui l'histoire de l'otologie depuis 50 ou 60 ans. L'injustice du sort réserve souvent aux

grandes découvertes d'être si rapidement absorbées par les connaissances humaines que quelques années suffisent pour effacer l'événement de leur naissance et les noms de leurs auteurs. Entrées de plain-pied dans le domaine public, elles semblent en avoir fait partie de tout temps. Les travaux de portée moins générale et de caractère, en quelque sorte, exceptionnel sauvent plus facilement de l'oubli ceux qui les ont publiés. Il faut donc de minutieuses recherches pour retracer, dans un ordre rigoureux, l'évolution chronologique d'une science qui a su intéresser simultanément, dans le monde entier, pendant plus d'un demi-siècle, d'innombrables observateurs et qui a été l'objet de publications dispersées dans des périodiques de toutes langues, mémoires originaux et revues d'ensemble.

Il n'est pas moins difficile, pour un praticien attaché à sa besogne quotidienne, instruit des travaux classiques et curieux des publications récentes, de démêler, avec le recul suffisant, les grandes directions de sa spécialité. Si, du passé, émergent en relief les notions essentielles, de la foule des communications plus récentes, il est malaisé de distraire celles qui feront date et, dès maintenant, plantent un jalon sur le bord de la route.

Si restreint qu'aux yeux du public paraisse son domaine, l'otologie n'échappe pas à cette loi générale de l'histoire scientifique.

***

Comme toutes les « spécialités », l'otologie n'a eu sa physionomie propre que tardivement. Elle a emprunté les éléments de son individualité aux travaux d'anatomie, de physiologie, de pathologie et de technique opératoire. Elle relève à la fois de la médecine et de la chirurgie et elle a tiré bénéfice des progrès de l'une et de l'autre.

L'oreille, région limitée mais complexe, est d'une anatomie délicate. Si le pavillon, la conque et le conduit qui recueillent les ondes sonores sont d'un examen facile, l'oreille moyenne (caisse du tympan et ses annexes), qui les transmet, est déjà d'un abord moins aisé. L'oreille interne, qui perçoit les sons dans le dédale de ses cavités minuscules par l'intermédiaire des ramifications du nerf auditif, échappe à tout examen direct. Anatomistes et cliniciens ont donc dû se prêter un mutuel concours pour établir les meilleurs moyens d'investigation de l'oreille : les premiers, par des dissections et des coupes, fixant le siège et les rapports des organes, les seconds en adaptant à leurs connaissances anatomiques et à leurs constatations cliniques la diversité de leurs procédés d'examen. C'est ainsi que la recherche d'un bon dispositif instrumental a toujours été et reste le souci des observateurs de l'oreille. A cet égard, l'oreille externe est simple, l'oreille moyenne déjà exige un éclairage intense; son examen complet implique non seulement l'exploration, par le conduit auditif, de la membrane tympanique qui le sépare de la caisse du tympan, mais encore de certains éléments de cette cavité et de son contenu ainsi que de ses annexes : la trompe d'Eustache qui la relie à l'étage supérieur, nasal, du pharynx et la saillie osseuse, retro-auriculaire, de la mastoïde. L'oreille interne complique singulièrement le problème. En effet, deux organes différents, quoique réunis par l'unité d'un même nerf, y sont logés : le limaçon dont les volutes abritent l'épanouissement du nerf de l'audition proprement dite et le vestibule avec les canaux semi-circulaires qui, situés dans les trois plans de l'espace, représentent l'organe sensible de l'équilibration.

Si l'otologiste peut, à l'aide de l'examen direct, physique, et de l'examen fonctionnel, explorer l'oreille externe et l'oreille moyenne, il doit se borner à l'examen fonctionnel en ce qui concerne l'oreille interne. Ici entrent en jeu, en outre de ses connaissances anatomiques et indispensables pour interpréter ses observations cliniques, ses notions de physiologie. Il lui faudra savoir ce qui distingue un trouble de l'audition dû à une simple lésion de l'appareil de transmission (oreille moyenne) du trouble provoqué par une lésion de l'appareil de réception et, en même temps, faire le départ, pour diagnostiquer une affection de l'oreille interne, entre ce qui atteint l'audition et ce qui perturbe l'équilibre. Or, de même que la fonction auditive peut être altérée à tous les degrés du défilé franchi par les sons pour parvenir au limaçon, des lésions dont le siège n'est pas auriculaire. (lésions encéphaliques et particulièrement lésions du cervelet) réagissent de même sur l'équilibre statique et dynamique.

***

Les recherches scientifiques, parties de divers points, ont donc convergé vers l'oreille et édifié jour par jour l'otologie. Il faudrait, pour retracer cette histoire, cueillir dans les ouvrages de médecine générale, de neurologie et de chirur-

gie, sans parler des traités d'anatomie et de physiologie, les notions qui, patiemment rapprochées, ont été les éléments d'une synthèse. Il semble, en négligeant volontairement les détails, que l'otologie, dans le temps, ait progressé en suivant la complexité croissante de l'oreille. C'est, du moins, l'enseignement qui se dégage de l'histoire des surdités, telle qu'en quelques pages saisissantes la retrace Marcel Lermoyez (1).

Avant 1860, la pathologie de la surdité enveloppée d'obscurité, vivait sur la notion simple d'une lésion de l'oreille moyenne entretenue par une obstruction de cette trompe d'Eustache qui, faisant communiquer le rhino-pharynx et la caisse, assure l'égalité de la pression atmosphérique sur les deux faces du tympan. Si, en fait, il y a là une cause fréquente de troubles aigus ou chroniques de l'appareil auditif, cette cause n'est pas la seule et n'appelle pas fatalement le seul traitement qu'appliquait alors l'otologiste : l'insufflation de la caisse par la trompe. Cette manœuvre, inventée, dit-on, par le maître de poste Edme Guyot, en 1724, qui, empiriquement, se l'appliquait à lui-même, ne cessa d'être perfectionnée depuis par Cleland, Itard, Deleau, jusqu'à Politzer (1863), cependant que Charles Delstanche lui adjoignait, plus tard, le pneumo-massage du tympan. Elle n'impliquait d'ailleurs, de la part de ceux qui y avaient recours, qu'une très imparfaite connaissance de la pathogénie des phénomènes qui en déterminaient l'emploi. En découvrant, chez une sourde, en 1867, des végétations adénoïdes, W. Meyer ouvrit la voie à l'hypothèse de l'origine nasale et rhino-pharyngée des affections de l'oreille moyenne, hypothèse qui, amplement vérifiée par la suite et confirmée de façon éclatante par les recherches bactériologiques, reste la pierre angulaire de l'otologie.

Enfin, guidée par l'anatomie pathologique microscopique, l'observation clinique découvre ensuite le rôle de l'oreille interne dans certaines formes de surdité. A vrai dire, c'est dissocier un peu les faits que de suivre les progrès de l'otologie dans le seul chapitre de la surdité, affection essentiellement chronique, puisque, dans bien des cas, comme nous aurons l'occasion de le constater, c'est à la faveur d'observations relatives à des affections aiguës qu'un progrès a pu se déclarer. C'est ainsi que la pyo-labyrinthite, ou labyrinthite suppurée, a mis en évidence des phénomènes qui, plus discrets au cours d'une évolution chronique, avaient passé inaperçus ou qui attendaient encore la confirmation clinique des expériences du physiologiste. (La pathologie du labyrinthe se reporte toujours à celles de Flourens qui datent de 1828). Quoi qu'il en soit, depuis une vingtaine d'années, la pathologie de l'oreille interne, entrevue comme à la lueur d'un éclair par Menière en 1867, à propos de la forme de vertige qui garde son nom, s'enrichit chaque jour, sous l'impulsion de chercheurs ingénieux, au premier rang desquels il n'est que juste de citer Barany. Au niveau de l'oreille interne se rencontrent, en quelque sorte, les otologistes curieux de trouver la source de manifestations que la pathologie de l'oreille moyenne ne suffit pas à expliquer et les neurologistes qui, dans le cerveau et le cervelet, sur la foi de leurs observations et de celles de la physiologie, veulent élucider les lois et les troubles de l'équilibre. Aussi bien les uns et les autres se prêtent-ils désormais un mutuel concours. Les otologistes isolent, à côté des surdités par épaississement du tympan et rigidité des osselets, les surdités par « névrites de la VIIIe paire (nerf auditif), névrite radiculaire ou funiculaire, soumise à l'étiologie infectieuse ou toxique banale qui préside à l'éclosion des névrites périphériques » ainsi que l'oto-spongiose (Politzer, Siebenmann), décevante, précoce et progressive surdité qui traduit un lent écrasement de l'organe noble de l'audition par un processus d'ostéite chronique métaplasique de la capsule labyrinthique ; ils identifient la pyo-labyrinthite, intermédiaire entre l'infection de l'oreille moyenne et la méningite ; ils dépistent un abcès du cervelet ; ils rattachent à une maladie générale, cardio-vasculaire ou rénale, une perturbation de la circulation labyrinthique se traduisant par la brusque apparition de vertiges et de surdité. Les épreuves de l'audition, méthodiquement conduites, font la discrimination entre le syndrome de l'oreille de transmission et celui de l'oreille de perception, ou bien une perturbation de l'équilibre est vérifiée par les épreuves dites « vestibulaires » ; on peut dire qu'elle a son origine dans le labyrinthe parce qu'elle est exactement confrontée avec un trouble auditif du limaçon tout voisin. La thérapeutique ne tire pas moins bénéfice de pareilles acquisitions que le diagnostic; sans parler encore des initiatives chirurgicales qui s'en autorisent, le traitement médical des surdités perd le caractère univoque et excessivement simplificateur que conservait, par exemple, la douche d'air, toujours impuissante à l'égard de l'oreille interne et souvent nocive.

(1) M. Lermoyez, M. Boulay et A. Hautant. *Traité des maladies de l'oreille*. t. I, p. 807 et seq. (O. Doin. édit. Paris).

*
* *

Plus lentement, la chirurgie a fait faire à l'otologie des progrès comparables, non seulement dans le domaine thérapeutique, mais encore dans l'ordre nosologique. C'est en effet, à propos de complications présentant un caractère aigu et qu'ils s'attachaient à traiter radicalement, ou en suivant les lésions au cours d'une intervention, que certains opérateurs ont acquis à leur spécialité des notions nouvelles. La clinique, enfin, en leur donnant plus d'assurance, l'anatomie, en leur fournissant des points de repère précis, les ont rendus et les rendent chaque jour plus audacieux, en même temps que se perfectionne leur technique.

Après l'époque, en quelque manière, préhistorique, où toute suppuration d'oreille était tenue pour superficielle et provenant de l'oreille externe, la mastoïdite a, au premier chef, attiré l'attention des chirurgiens. La suppuration de l'antre et des cellules annexes, rattachées à juste titre à une infection auriculaire, mais dépassant les limites de l'otologie naissante, était du domaine de la chirurgie générale comme toute autre ostéopathie inflammatoire aiguë. Ainsi, il y a un cinquantaine d'années, ce sont les chirurgiens Duplay, Follin, Péan et, plus près de nous, Auguste Broca qui établirent les principes d'une trépanation systématique et, comme l'on dit, bien réglée, de l'antre-mastoïdien. que les otologistes devaient, dans la suite, pratiquer couramment et avec une rigueur que leurs aînés négligeaient parfois. L'opération, pourtant, était connue, et connue de fort longue date, si nous nous en rapportons à l'observation intéressante que voici :

« Johann Gutlav von Berger, médecin ordinaire de Christian VII, roi de Danemark, avait demandé en vain au cathétérisme la cure de sa surdité bilatérale. Il résolut de s'adresser à la chirurgie. Le 3 mars 1791, Von Kôlpin et Callisen l'opérèrent; il succomba le 16 mars. On attribua ce décès à une méningite opératoire : mais l'exhumation de von Berger, qui eut lieu en février 1912, a montré que la trépanation des cellules mastoïdiennes avait été habilement pratiquée et que la mort résultait d'une septicémie banale. » (M. Lermoyez.)

Mais, incontestablement, en ce qui concerne la mastoïdite, le rôle de l'otologie a commencé quand celle-ci s'est appliquée à préciser les « indications opératoires ». Quand y a-t-il exactement signes de mastoïdite nette réclamant l'intervention ? Sur quels symptômes se baser pour dépister la forme « fruste » de l'affection? A quel moment, au cours d'une otite suppurée, banale d'apparence, apparaît le trouble révélateur de la complication? Et surtout, sous le masque de l'empyème de l'ancre et des cellules, quelque altération plus profonde et plus redoutable ne se cache-t-elle pas ?

Car si la mastoïdite est la plus fréquente des complications de l'otite, elle n'est souvent que la première d'une série progressivement aggravée qui aboutit à la méningite, à l'abcès du cerveau, à la septicémie. L'otologie les suit et les poursuit, le bistouri à la main, étendant son action depuis 30 ans, sous l'impulsion des Luc, des Sebileau, des Moure, pour ne parler que des français (1), car, jusque-là « bien que tout le monde se montrât d'accord au point de vue théorique sur l'utilité ou même la nécessité de la trépanation mastoïdienne, on ne dépassait pas les parois du crâne et les complications intracrâniennes n'étaient encore l'objet d'aucune tentative méthodique » (Chauveau).

L'otologie associe d'abord le curetage de la mastoïde et celui de la caisse du tympan par l'évidement petro-mastoïdien qui, dans la cure des suppurations chroniques de cette caisse et de ses annexes, remplace heureusement, dans beaucoup de cas, l'ablation délicate et souvent insuffisante des osselets par le conduit. Puis, dans les cas aigus où, aux signes locaux se superpose le grand syndrome de la septicopyohémie, l'otologiste va au sinus latéral, la grosse veine méningée qui, traversant la mastoïde, s'infecte à son contact et diffuse dans l'économie les germes qu'elle a recueillis; il le ponctionne, le curette, lie même la veine jugulaire qui fait suite à ce sinus et le rattache à l'ensemble du système veineux. Il découvre, plus profondément, les collections suppurées développées à la surface des méninges et les libère. S'il reste encore à peu près impuissant contre la méningite diffuse que lui révèle l'examen clinique complété par la ponction lombaire, il ouvre les abcès du cerveau et du cervelet, dont la neurologie lui a appris la symptomatologie délicate avec l'art de les situer dans la masse encéphalique, d'après les troubles particuliers qui traduisent la souffrance de chaque région déterminée.

(1) On trouvera l'historique de l'otologie contemporaine, émaillé de souvenirs personnels, dans la leçon inaugurale du professeur Pierre Sebileau, de la Faculté de médecine de Paris : « Mes Maîtres, mes Elèves, mes Précurseurs » (Librairie J.-B. Baillère, Paris, 1919).

Enfin, instruit de la pathogénie des méningites par l'anatomie et la physiologie pathologiques de l'oreille interne, diffusées par l'école viennoise et l'école française de Lermoyez, l'otologiste sait maintenant le rôle d'intermédiaire que joue, entre l'infection de la caisse et celle des enveloppes cérébrales, l'infection du labyrinthe. Il connaît la pyo-labyrinthite et, mieux armé, à travers les cavités de l'oreille moyenne, l'attaque et draîne au dehors son contenu septique. Le labyrinthe, organe essentiel de l'équilibration, fait partie désormais du domaine de la chirurgie otologique.

*
* *

La biologie a, depuis l'ère pastorienne, guidé également l'otologie. La recherche des microbes et de leurs toxines a été entreprise au cours de l'évolution des otites et de leurs complications : dans le pus de l'otorrhée, dans le sang du malade atteint d'une septico-pyohémie, dans le liquide céphalo-rachidien d'un méningitique.

Les diverses réactions que le laboratoire met à la disposition de la clinique sont utilisées pour compléter l'observation d'un cas aigu ou chronique. La vaccino-thérapie, à l'étude aujourd'hui plus que jamais, s'attache au traitement spécifique des suppurations de l'oreille.

L'otologie, en résumé, a les yeux fixés sur un territoire qui paraît limité mais dont l'importance est essentielle et la sensibilité délicate. Dès qu'elle est atteinte, l'oreille réagit vivement sur l'ensemble des fonctions, de même que la moindre perturbation organique, même lointaine, est susceptible de retentir sur l'oreille, puisque, dans la pathogénie des affections auriculaires, nous relevons chaque jour, outre la plupart des maladies infectieuses (affections rhino-pharyngées, fièvre thyphoïde, fièvres éruptives, syphilis, tuberculose, etc...) les intoxications et les maladies de la nutrition.

La place qu'occupe l'otologie dans la science médicale a été reconnue en France et consacrée, quoiqu'un peu tardivement, par la création de chaires magistrales dans les Facultés et de services spécialisés dans les hôpitaux. A la caserne, à l'école, à l'usine, l'otologie, comme l'ophtalmologie, participe à l'action de la médecine sociale. Dégagée aujourd'hui des entraves de l'empirisme, elle se relie à la science pure par la rigueur des moyens d'investigation qu'elle emploie.

Dr Flavien BONNET-ROY,
Chef de clinique adjoint à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE MARITIME

SONDAGES PAR FAIBLES PROFONDEURS (1)

L'étude des profondeurs de la mer au voisinage des terres doit être très complète pour fournir aux navigateurs des cartes exactes. Le sondage, qui est l'opération la plus importante d'un levé hydrographique, puisque d'elle dépend en grande partie la sécurité de la navigation, comprend trois opérations distinctes :

1° La mesure de la profondeur elle-même ou sondage proprement dit ;

2° La réduction de la profondeur mesurée à un repère fixe, afin que toutes les sondes portées sur la carte soient comparables entre elles ;

3° La détermination de la position du sondage.

SONDAGE. — Quand les profondeurs ne dépassent pas une vingtaine ou une trentaine de mètres, les sondages se pratiquent simplement en lançant dans la mer, d'une embarcation, un plomb fixé à une ligne graduée. Les lignes de sonde, employées en hydrographie, sont en filin ; elles ont une vingtaine de millimètres de circonférence. Elles sont graduées de la façon suivante : de cinq en cinq mètres, un morceau d'étamine de couleur conventionnelle est attaché à la ligne, les mètres intermédiaires sont marqués par un morceau de cuir, les doubles décimètres par un morceau de filin.

Les lignes de sonde sont graduées dans l'état où on les emploie sur le terrain, c'est-à-dire mouillées et tendues par le plomb de sonde. On étalonne la ligne de sonde au début et à la fin du travail de chaque matinée et de chaque après-midi. Cet étalonnage est indispensable et ne manque jamais d'être fait.

Le plomb de sonde pèse 5 à 6 kilogrammes. Il est évidé pour recevoir une petite quantité de suif, qui permet de reconnaître la nature du fond.

PERCHES DE SONDE. — Pour obtenir des sondes très précises par petits fonds, pour avoir le brassiage exact d'une tête de roche, on se sert souvent d'une perche graduée. Les perches de sonde ont de trois à huit mètres de longueur et sont lestées à leur partie inférieure par une douille en fer assez large. Beaucoup mieux que la ligne de sonde, elles permettent, en tâtant le fond tout autour d'une roche, de déterminer la profondeur la plus faible.

(1) Voir la *Revue* du 25 septembre 1922. Les indications données dans cet article sont tirées de documents officiels du ministère de la marine : *Traité d'Hydrographie* de Germain, *Manuel de l'Aide-Hydrographe*.

L'emploi des perches est difficile dès que la profondeur atteint 4 ou 5 mètres.

Exécution des sondes. — Les sondes sont faites suivant des lignes droites, repérées de place en place sur la carte par des *stations de sonde*, dont l'emplacement est déterminé par segments capables. L'embarcation suit l'alignement de deux points connus à terre, à toute petite vitesse, pas plus d'un nœud environ. Le matelot chargé de sonder, sonde sans arrêt. Pour cela, il lance le plomb sur l'avant à bonne distance, assez loin si le fond est grand, plus près si le fond est faible ; au moment où le plomb est à pic, c'est-à-dire quand la ligne tendue est verticale, il lit sur la ligne la profondeur. Un aide relève le plomb et aussitôt le matelot sondeur recommence.

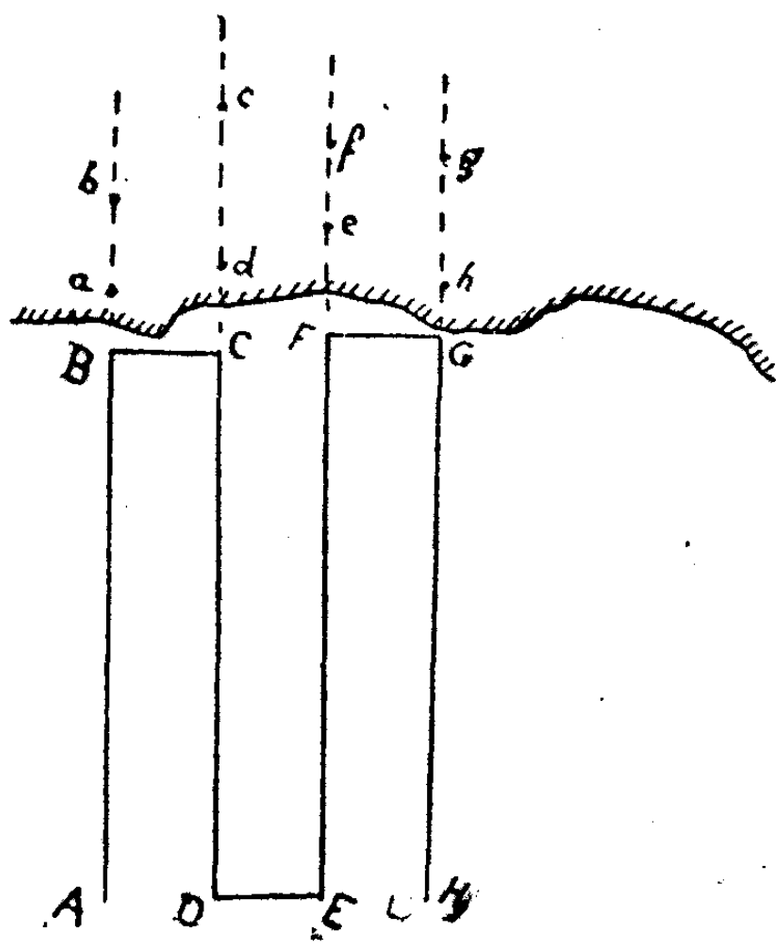


Fig. 85.

De temps en temps, par exemple tous les dix coups de sonde, l'officier hydrographe, qui commande l'embarcation, prend des angles sur les signaux à terre, pour déterminer la position de la sonde. Ces angles sont mesurés à l'aide d'un instrument à réflexion, analogue au sextant, et appelé *cercle hydrographique*. Cet instrument donne la précision de la minute et permet des lectures d'angles pouvant, dans la plupart des modèles, atteindre 120° et, dans certains modèles, 180°. En même temps, l'heure est notée, afin de pouvoir effectuer la réduction des sondes, dont nous parlerons plus loin.

Disposition des sondes. — On dispose généralement les sondes suivant des lignes perpendiculaires au rivage, plus ou moins espacées suivant la nature plus ou moins accidentée du fond (et aussi le temps que l'on peut consacrer au levé). Les alignements que doit suivre l'embarcation, pour que les lignes soient convenablement espa-

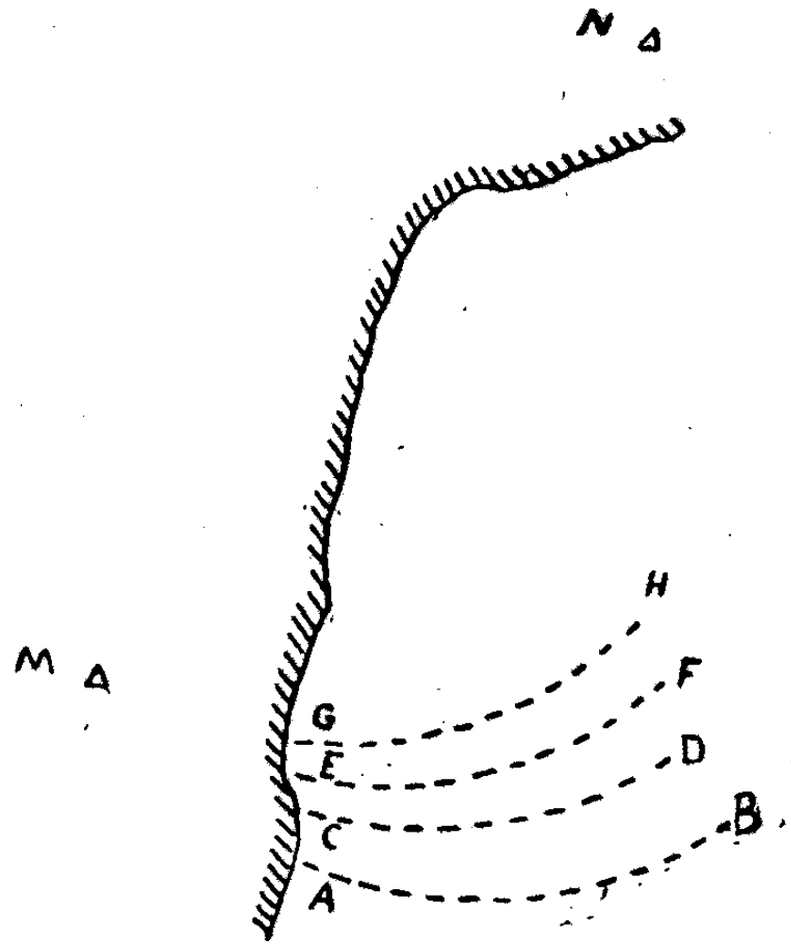


Fig. 86.

cées, sont marquées à terre par des signaux provisoires, s'il est besoin. Par exemple, l'embarcation fera le trajet ABCDEFGH, les points d'alignement *a, b, c, d, e, f, g, h* étant des signaux naturels ou provisoires. (Fig. 85.)

Il est parfois difficile de trouver à terre, ou de disposer, des alignements convenables. Une bonne méthode est alors de faire suivre à l'embarcation un segment capable, coupant la côte à peu près perpendiculairement au rivage. En faisant varier l'angle du segment capable de quelques minutes, on peut faire ainsi des lignes de sonde sensiblement parallèles et très peu espacées les unes des autres. Les lignes ABCDEFGH (fig. 86) sont des segments capables pris sur les deux signaux M et N.

Recherche des hauts-fonds. — Les procédés que nous venons de décrire ne donnent pas une sécurité absolue. Les sondes, même très rapprochées, peuvent laisser passer inaperçu un relief du terrain situé dans leur intervalle. Chaque sondage, en effet, ne renseigne que sur le point exact touché par le plomb de sonde, et pas du tout sur la région voisine. C'est la différence principale existant entre les levés hydrographiques et les levés topographiques : une station topographique à terre suffit à donner des renseignements sur toute la région environnante visible. Le levé du relief sous-marin est donc beaucoup plus long que le levé du relief terrestre, et il ne peut jamais être considéré comme complet. D'autre part, sur les

aiguilles de roches très abruptes, le plomb de sonde peut glisser le long des pentes, sans indiquer la présence de hauts-fonds dangereux.

Ce défaut du procédé n'a pas échappé aux hydrographes. Lorsque les sondes régulières ont mis en évidence des régions où les profondeurs sont très variables, et en certains points beaucoup plus faibles que dans les parties environnantes, on s'assure qu'il n'existe pas de haut-fond dangereux pour la navigation au moyen de la *drague flottante.*

La *drague flottante* (fig. 87) se compose d'un filin horizontal AB (dit *entremise*) maintenu à la profondeur convenable par des filins verticaux, appelés *orins*, CA DB, attachés eux-mêmes à des bouées Les bouées sont reliées entre elles à la partie supérieure par une entremise CD, de même longueur que l'entremise inférieure. A l'extrémité inférieure de chaque orin est suspendu un petit grappin qui leste le tout. La longueur totale de la drague flottante peut varier entre 100 et 250 mètres. La

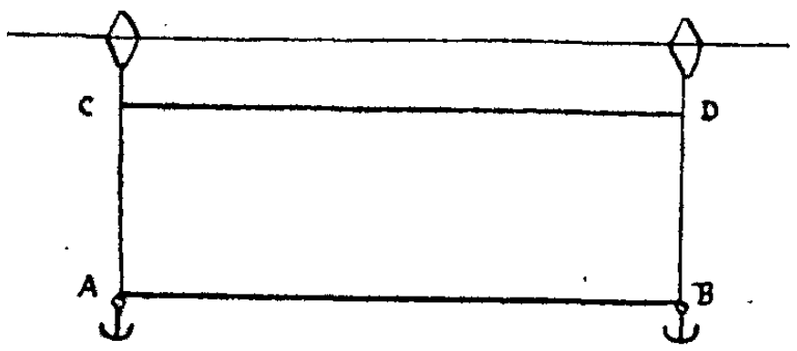


Fig. 87.

drague est remorquée à petite vitesse dans la région à explorer à l'aide de deux embarcations. On peut aussi la laisser dériver au courant, si le courant est assez fort.

S'il se trouve dans la région balayée par la drague un haut-fond de brassiage inférieur à celui pour lequel les orins ont été réglés, l'entremise inférieure ou un grappin s'y accroche, les bouées voisines s'enfoncent et on peut aller déterminer à la sonde ou à la perche le haut-fond ainsi découvert.

L'augmentation des tirants d'eau des navires et la navigation sous-marine rendent cette recherche des hauts-fonds plus nécessaires aujourd'hui qu'autrefois.

L'hydrographe tient compte de tous les signes pouvant indiquer leur présence : coloration différente de la mer, claire et légèrement verte lorsque le haut-fond est de sable ou de corail, brune lorsqu'il s'agit d'une roche ; remous causés par les courants, dont la propagation est gênée par le haut-fond ; brisants causés par la houle. La photographie aérienne en hydravion peut constituer un précieux auxiliaire à ce point de vue et des roches nouvelles ont été déterminées récemment par ce procédé sur les côtes bretonnes. Les renseignements fournis par les pêcheurs ne sont pas non plus à dédaigner ; malheureusement les pêcheurs connaissent si peu les cartes qu'ils ne savent pas le plus souvent les roches qui sont portées sur elles. Il faut se méfier des renseignements donnés après coup. Lorsqu'une roche inconnue a causé un accident, les pêcheurs de la région, — et même des gens qui n'ont jamais mis le pied sur un bateau — s'écrient : « Il y a longtemps que nous la connaissions ! » Ce ne sont là que fanfaronnades, très vite colportées malheureusement par une presse mal informée ou malveillante.

Réduction des sondes. — Toutes les sondes doivent être rapportées à un niveau parfaitement défini, qui est, en France, celui des plus basses mers possibles. Quel que soit le jour de l'année, le navigateur est ainsi assuré de trouver au moins autant de fond qu'il y en a sur la carte. Pour réduire les sondes à ce niveau des plus basses mers, qu'on appelle le *zéro des cartes françaises*, il faut d'abord le déterminer et connaître, au moment où l'on a fait une sonde, la hauteur de la mer au-dessus de ce niveau. Ces déterminations nécessitent l'étude complète de la marée, pendant toute la durée des sondages.

Construction des sondes sur la carte. — Une fois les sondes corrigées des erreurs de la ligne de sonde et réduites au niveau des plus basses mers, on les porte sur la minute à grande échelle qui servira à l'établissement de la carte. Toutes les mesures d'angles prises au cercle hydrographique pendant les sondages donnent des segments capables. La construction des sondes sur la minute exige donc des quantités de constructions de segments capables, et on a imaginé divers procédés pour rendre ces constructions rapides. Naturellement, sur la carte définitive, on ne porte pas toutes les sondes qui ont été faites, mais simplement celles qui sont nécessaires pour donner une idée complète des fonds. La nature du fond (vase, sable, roche, etc.) est indiquée par des signes conventionnels à côté de la profondeur.

Précision des cartes. — On voit que la connaissance complète du relief sous-marin n'est pas aussi facile qu'on pourrait le croire *a priori.* Quel que soit le soin apporté par les hydrographes à la construction des cartes, il peut toujours y subsister des lacunes. Le cuirassé *France* n'est pas le premier navire qui, sur nos côtes, a touché sur une roche inconnue. Chaque jour les cartes se perfectionnent et il suffit de comparer les cartes actuelles aux cartes en service il y a cinquante ans pour constater les lacunes considérables qui ont été comblées. Ces progrès sont continuels, une

carte marine n'est jamais définitive, elle est perpétuellement tenue à jour par des corrections incessantes. On pourrait sans doute demander aux hydrographes de faire figurer sur les cartes (ou dans les instructions nautiques) quelques indications sur la précision du levé : par exemple, on pourrait indiquer les régions où l'on a fait une sonde tous les 200 mètres, ou une sonde tous les 20 mètres, les régions draguées à telle ou telle profondeur, etc. Le navigateur pourrait, dans ces conditions, attribuer à la carte un coefficient de sécurité, en toute connaissance de cause. Aujourd'hui — et c'est un hommage rendu aux méthodes consciencieuses des hydrographes — le navigateur trouve si rarement en défaut les cartes marines françaises, qu'il est peut-être trop enclin à les considérer comme absolument exactes. Le premier sentiment de la majorité des officiers de marine, à la suite du naufrage de la *France*, n'a pas été d'accuser la carte, mais d'incriminer quelque épave transportée par les courants. Or les cartes hydrographiques, comme la plupart des œuvres humaines, ne sont qu'une image imparfaite de la réalité. Des sondages minutieux, des dragages, des photographies aériennes ne peuvent nous rapprocher que très lentement de cette perfection — que nous avons tendance à exiger beaucoup plus quand il s'agit des travaux des autres, que de nos propres travaux.

J. Rouch,
Capitaine de Corvette.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1922).

Arithmétique. Dès 1896, Hurwitz montrait que, dans le corps |R| des quaternions à coordonnées rationnelles, le plus grand domaine d'intégrité contenant les unités $1, i_1, i_2, i_3$, a la base

$$i_1,\ i_2,\ i_3,\ \rho = \frac{1}{2}(1 + i_1 + i_2 + i_3).$$

Or ce théorème n'est qu'un cas particulier d'une proposition de M. *L.-G. du Pasquier* qui permet de construire le domaine holoïde le plus général du corps |R| ; de cette proposition il résulte, contrairement à ce que l'on croyait jusqu'ici, que |R| possède une infinité de domaines holoïdes maximaux.

Céométrie de Situation. 1 et 2. Dans un espace à deux dimensions, le problème de la définition des lignes (lignes de Cantor, de Jordan, continus irréductibles de Zoretti) peut être considéré comme complètement élucidé. Au contraire, aucune solution définitive n'avait été donnée jusqu'ici pour les problèmes analogues relatifs aux espaces à $n > 2$ dimensions. Tel est précisément l'objet des deux Notes de M. *P. Urysohn* ; après avoir proposé un certain nombre de définitions, il fait connaître des théorèmes importants dont je citerai seulement les suivants : Un ensemble (fermé ou non) sans points intérieurs, situé dans E_n, est de dimensions $< n$; une ligne sans points de ramification est un arc simple ou une ligne simple fermée.

Analyse. M. Rémoundos avait déjà démontré que dans le domaine de l'infini, la transcendante $u(z)$ définie par :

$$u^\nu + A_1(z)u^{\nu-1} + \ldots + A_\nu(z) = 0$$

[les A_i, fonctions entières ou méromorphes] prend toutes les valeurs possibles sauf 2ν ou plus ; il regardait comme vraisemblable que, si les A_i sont des fonctions entières, ce nombre peut être remplacé par $\nu + 1$: c'est précisément ce que vient de démontrer M. *Théodore Varopoulos.*

Géométrie infinitésimale. Soient $M(u,v)$ ($M = x, y,$ ou z) les coordonnées d'un point qui décrit un certain réseau ; à un point P, de coordonnées $P(P = x, y,$ ou $z)$, M. *E. Merlin* associe le point $P'(\xi, \eta, \zeta)$ défini par les trois équations

$$P = M + \xi\frac{\partial M}{\partial u} + \eta\frac{\partial M}{\partial v} + \zeta M ;$$

et il étudie les propriétés de la transformation affine précédente.

Calcul des probabilités. Soit x une quantité variable prenant la valeur x_i avec la probabilité p_i ; soit m la valeur moyenne ; définissons μ_n par la relation.

$$\mu_n^n = \Sigma\,|x_i - m|^n p_i$$

Cela étant, M. *Alf. Guldberg* montre que la probabilité pour que $|x - m|$ ne surpasse pas $t\mu_n$ ($t > 1$) est supérieure à $1 - t^n$. Pour $n = 2$, la proposition coïncide avec le théorème classique de Tchebycheff.

Hydrodynamique. — 1. M. D. Riabouchinski étudie le mouvement à deux dimensions d'un solide dans un fluide présentant des tubes de tourbillon infiniment déliés ; il envisage notamment le cas où le solide constitue un obstacle fixe.

2. A ce propos, M. *Henri Villat* fait connaître les résultats qu'il a obtenus dans cette direction, au moyen de la représentation conforme ; ses recherches, qui se relient aux expériences de M. H. Bénard, comportent une application schématique à l'aile d'avion.

René Garnier.

Physique du Globe

Pourquoi on ne voit pas la plaine du haut des montagnes. — Les montagnes, surtout celles qui sont couvertes de glaciers, s'aperçoivent d'une grande distance dans la plaine. Au contraire, du haut des montagnes très élevées, on ne voit jamais nettement la plaine. Pourquoi ? Dans une étude fort intéressante, M. J. Vallot, le savant directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc, répond à cette question (*Mémoires de*

l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon, mai 1922).

Les longs séjours qu'il a faits à l'Observatoire du Mont-Blanc lui ont permis de préciser les conditions de visibilité des plaines : Lorsque le ciel est couvert d'une couche uniforme de nuages surmontant le Mont-Blanc, le Léman se voit comme un bain de mercure. Lorsqu'il fait beau on ne l'aperçoit jamais.

Quant aux villages, on en aperçoit fort peu. Chamonix, à 10 kilomètres, vu sous un angle très plongeant, se distingue, il est vrai, admirablement. Avec une forte lunette, on voit les gens aller et venir, et on peut les reconnaître à leur tournure. Mais, déjà vers Sallanches, on ne voit même plus les maisons. Quant à Genève, à 90 kilomètres, on ne voit jamais la ville ; la nuit, par contre, on voit à l'œil nu la lueur de Sallanches, et même de Genève, lorsque le temps est beau.

En résumé, des basses montagnes, la vue distincte s'étend à une grande distance, surtout lorsqu'il s'agit d'objets blancs, tels que les voiles de navire. Des hautes montagnes, la vue de la plaine est empêchée comme par un rideau de brumes par beau temps, mais on peut distinguer des objets très éclairés, particulièrement blancs. Par temps couvert, lorsqu'une haute couche nuageuse uniformise l'éclairage de la montagne et de la plaine, on peut voir admirablement un lac éloigné, qui prend une teinte métallique et détache ses contours avec netteté. Enfin la nuit, les lumières se voient à grande distance, par tous les temps, pourvu qu'il n'y ait pas de brumes ou de nuages interposés.

Certains faits de la vie courante ont conduit M. Vallot à trouver une explication simple des conditions de visibilité ainsi constatées :

« Supposons un spectateur dans une chambre où la lumière est tamisée, selon la pratique courante, par un rideau d'étamine suspendu contre le vitrage de la fenêtre. Ce rideau constitue un milieu trouble, mais le spectateur en est rapproché et il voit facilement les objets extérieurs qui sont brillamment éclairés. Au contraire, les gens du dehors ne voient rien dans la chambre, le rideau, bien que tansparent, formant écran éclairé, tant à cause de la distance qu'en raison des réflexions parasites que la vive lumière extérieure produit à sa surface.

Mais la nuit vient. Tout est obscur dehors, et on allume l'électricité dans la chambre qui devient brillamment éclairée. Dès ce moment, le spectateur du dehors voit tout ce qui se passe dans la chambre ; le rideau, malgré sa distance, semble même ne plus exister pour lui, parce qu'il n'est plus éclairé du côté du spectateur. On peut en conclure qu'en présence d'un milieu trouble, les conditions d'éclairage modifient complètement la situation. On sait que ces notions ont été appliquées avec succès aux miroirs platinés qui peuvent être transparents ou réfléchissants, selon que la lumière se trouve d'un côté ou de l'autre.

Pour le spectateur de la plaine regardant la montagne, le rideau est remplacé par la brume légère de la vase atmosphérique. Il voit au travers, parce que la montagne est beaucoup plus vivement éclairée.

Le spectateur de la montagne cherche à voir la plaine plus sombre, en regardant à travers la vase atmosphérique trouble, placée loin de lui, et formant une sorte de surface éclairée par les rayons parasites intenses du soleil et de la voûte céleste, comme le rideau de la chambre le jour. Il ne peut rien voir à travers, si ce n'est un objet exceptionnellement blanc comme un grand jet d'eau.

Il n'en est plus de même par temps couvert, l'éclairage étant uniformisé sous la voûte des nuages et le soleil caché ne fournissant plus de réflexions parasites sur l'écran du milieu trouble ; c'est alors qu'on voit le lac et les rivières.

La nuit enfin, le spectateur est dans l'obscurité, et les lumières se voient facilement à des distances énormes. »

A. Bc.

Optique

Test-objets pour l'étude du pouvoir séparateur du microscope. — Lorsque le pouvoir séparateur du microscope à étudier est élevé, on est conduit, pour le déterminer, à l'emploi de test-objets formés de traits nombreux, et par conséquent d'une grande finesse. Or, les traits fins tracés sur verre sont à peine visibles, et il n'est pas possible de tracer sur couche d'argent déposée sur verre des traits rapprochés, sans provoquer l'arrachement total ou partiel du métal réfléchissant. Pour remédier à ces inconvénients, un physicien anglais, M. A. Mallock, a eu recours aux minces couches miroitantes que l'on obtient aisément en laissant évaporer sur verre une solution alcoolique d'une couleur d'aniline, telle que la fuchsine. L'enduit ainsi produit est homogène et d'épaisseur constante, et il se prête admirablement bien au tracé de traits d'une grande finesse.

Pour obtenir sans difficultés ces traits, deux conditions principales doivent être remplies : il faut que la pointe traçante soit extrêmement aiguë ; elle ne doit, d'autre part, être appliquée sur la surface qu'avec une force infime.

La première condition est remplie en se servant des pointes naturelles que présentent les corps durs cristallisés, comme le diamant. Ces pointes ou arêtes résultent en général de cassures, et on ne réalise jamais artificiellement de pointes aussi fines.

Pour diminuer autant qu'on le veut la force pressante que la pointe exerce sur la lame à tracer, le porte-pointe est fixé à la partie inférieure d'une sorte de pendule rigide, très mobile autour d'un axe horizontal, et qui peut être maintenu aussi peu écarté de la verticale qu'on le désire. Si m est la masse pesante du pendule, l la longueur du pendule, et a le déplacement du centre de gravité de la masse du pendule par rapport à sa position d'équilibre, l'intensité de la force exercée par la pointe sur la couche est égale à $\frac{mga}{l}$. expression qui montre que la force peut être rendue aussi petite qu'il est nécessaire.

On peut ainsi obtenir des réseaux de traits extrêmement serrés, qui constituent d'excellents test-objets.

L. Br.

Géographie

La Guadeloupe. — Composée de deux îles accolées, cette Antille française mesure 178.000 hectares de superficie totale, dont 76.000 pour la Grande-Terre, presqu'île Nord-Est, et 94.000 pour la Basse-Terre, presqu'île du sud-ouest ; la population est de 213.000 habitants dont près de 200.000 noirs.

La Basse-Terre est montagneuse, 21 % de sa surface est cultivée (20.000 ha). La Grande-Terre, la plus basse, en même temps que la plus petite, possède 30.000 ha de terres cultivées, soit 30 % de sa superficie.

La ville principale, Pointe-à-Pitre, compte 22.000 habitants.

Île volcanique, ce pays est essentiellement agricole.

Dans une conférence faite aux élèves de l'Institut National d'Agronomie Coloniale, M. Marcel Rigotard, a réuni des données récentes sur l'agriculture de cette colonie qu'il a visitée dernièrement.

Les cultures principales sont : la canne à sucre, qui occupe une place à part, le cacaoyer, le vanillier, le caféier, etc. Les cultures vivrières sont nombreuses : des fruits de France et tous ceux de la zone tropicale y prospèrent.

Les exploitations agricoles sont presque toutes constituées par de grands domaines de plus de 1.000 ou 2.000 hectares qui possèdent chacun une « usine », c'est-à-dire une sucrerie. Dans ces grands domaines, une fraction seulement est cultivée, le reste est en friches. Au point de vue des rendements on peut admettre qu'un hectare de cannes plantées donne une première récolte d'environ 50 tonnes, puis une deuxième de 20 à 33 tonnes environ ; quant au rendement en sucre on constate qu'il est très bas, en général de 3 à 4 tonnes, alors que l'île de Cuba voit ses rendements s'élever à plus de 6 tonnes, que Java récolte de 8 t. 75 à 11 t. 25 et que les Hawaï récoltent 10 à 12 t. 5 de sucre par hectare. L'infériorité des rendements de la canne dans notre Antille vient de diverses causes ; notamment l'insuffisance des labours et des fumures, les maladies qui ne manquent pas de s'attaquer à une plante trop longtemps cultivée seule. Les remèdes seraient donc les suivants : augmenter la profondeur des labours, augmenter le bétail pour avoir plus de fumier, faire des assolements, c'est-à-dire ne cultiver la canne que périodiquement. M. Dash, directeur de la station agronomique de la Réunion, considère que l'on pourrait adopter le cycle suivant : trois récoltes de canne, une récolte de coton ou de ricin, puis une récolte de légumineuse, comme fourrage ou comme engrais vert.

La composition des terres, qui a donné lieu, de la part de l'auteur, à de nombreuses recherches, paraît en général satisfaisante ; mais, presque toutes sont très pauvres en chaux. On peut donc songer à les améliorer par des engrais calciques.

La récolte totale du sucre a été en 1917 de 31.000 tonnes (en année moyenne 30.000). La production du rhum a été en 1917 de 12 millions de litres. Il semble bien que cette production pourrait être doublée par des améliorations apportées à la culture.

Le cacaoyer est cultivé dans un certain nombre de plantations dont quelques-unes sont remarquables. Le rendement en graines atteint 7 à 800 kgs par hectare.

Le caféier, planté quelquefois en lignes alternant avec les lignes de cacaoyer, mais mieux, en culture séparée, peut compter comme une des cultures principales les plus productives. Le café de la Guadeloupe est en effet le plus réputé sur le marché.

Les forêts sont très étendues mais peu exploitées, les communications sont encore trop difficiles dans les massifs de l'intérieur. Il y a une grande richesse de variétés et à en juger par les bois d'œuvre qu'on en tire pour l'usage de la colonie, on peut penser que la forêt pourra être un jour une source d'exportations. Le bois de campêche abonde et donne lieu à une exportation qui a atteint près de 700 tonnes en 1919.

Le bétail de la Guadeloupe, de taille réduite, présente cependant une variété qui possède des caractères du zébu et une taille notablement plus grande que celle des autres animaux de l'île. Le bétail est sujet à diverses maladies, notamment au « farcin de la Guadeloupe ». Il serait nécessaire, pour améliorer ces animaux, de faire des réseves de fourrages secs et de leur donner un supplément de nourriture qui pourrait être constitué par du maïs en grains puisque cette culture réussit très bien dans la colonie.

Pour achever cette esquisse, à peine ébauchée, de la Guadeloupe, ajoutons que ce pays est régulièrement arrosé par des pluies qui atteignent près de 2 mètres annuellement (1.600 à 1.800 mm. à la Pointe-à-Pitre), dans les régions habitées, et qui dépassent peut-être 4 mètres dans les montagnes. Il existe de nombreux cours d'eau présentant des chutes hautes et puissantes qui ne sont pas utilisées.

Une des grandes améliorations à réaliser dans l'outillage économique est la création d'un port qui soit suffisant pour permettre aux navires d'accoster : actuellement les relations entre les navires et la côte exigent l'emploi d'embarcations et on sait que tant qu'il en est ainsi le trafic de nos ports coloniaux est assez restreint. Les routes sont bien développées, et la circulation automobile est intense près de la côte, les voies de pénétration sont souvent difficiles à établir, surtout dans l'île montagneuse.

Dans l'ensemble et avec l'outillage actuel on peut dire que la Guadeloupe a une puissance de production absolument remarquable.

L. R.

Géologie

Le musée géologique régional de l'Université de Montpellier. — Montpellier qui est une des villes les plus vivantes et les plus intellectuelles du Midi de la France ne possède pas de Muséum d'Histoire naturelle. Cette lacune est fort heureusement comblée par les collections privées de la Faculté des Sciences.

Celles de Géologie, en particulier, sont fort riches mais elles sont restées complètement inabordables jusqu'en 1919. Depuis cette date, le nouveau titulaire de la chaire, M. le professeur Blayac, a fait un effort considérable pour les nettoyer, les expurger, les classer, les compléter. Le résultat de cet effort est que la collection du Laboratoire de Géologie de Montpellier est la plus belle collection géologique régionale que je connaisse en France. Elle est d'autant plus intéressante que la presque totalité des terrains sédimentaires est représentée dans le Languedoc et que par suite des collections régionales peuvent ici être complètes, sans qu'il soit utile d'introduire des matériaux étrangers au pays pour représenter des terrains qui manquent.

Les terrains primaires de la Montagne Noire où se trouvent des gisements uniques en France sont particulièrement bien représentés. De belles séries de plantes houillères proviennent des bassins carbonifères de Graissesac, de la Grand'Combe, du Permien de Lodève.

Les terrains secondaires sont également fort développés dans la région et les collections de Montpellier sont très riches.

Des terrains tertiaires, on trouve dans la capitale languedocienne, des séries de Lodève et d'Armissan qui sont peut-être les plus riches d'Europe et du monde entier.

Toute cette série serait incomparable si elle avait été complétée par les admirables matériaux de Gennevaux. Mais ce distingué géologue les a légués à l'Université de Lyon, ayant pensé avec juste raison que le titulaire d'alors, M. Delage, ne pouvait que les laisser perdre.

La situation est bien changée aujourd'hui, et depuis l'arrivée à Montpellier de M. le professeur Blayac, qui est un metteur en œuvre remarquable, les dons affluent (collections Delmas, Hortoles, Azais, de Jardi) comme ils affluaient jadis du temps du professeur de Rouville.

Il reste cependant un stade à franchir. Ces collections ne doivent pas rester privées ; elles doivent devenir publiques. Il faut pour cela perfectionner le mode d'exposition et d'étiquetage de façon à montrer au visiteur tout l'intérêt des pièces exposées, puis améliorer et augmenter le mobilier, enfin nommer un conservateur ; car la tâche finirait par écraser le professeur qui a d'autres besognes.

Si l'on ajoute que dans le voisinage des collections de Géologie se trouvent également les très importantes collections de Zoologie, placées sous la direction de M. le professeur Dubosq, on ne peut que regretter que toutes ces collections, dans les locaux mêmes qu'elles occupent ne deviennent pas un magnifique *Musée régional d'Histoire naturelle* qui serait un des plus beaux de France, dans le style que rêvent M. Boutan, M. Germain et moi-même.

La ville de Montpellier qui est une des seules grandes villes de France à ne pas posséder de Musée d'Histoire naturelle se doit à elle-même d'adopter et de subventionner celui de la Faculté des Sciences, de l'ouvrir ainsi au grand public éclairé du Languedoc et d'en faire le digne pendant de l'admirable Jardin des Plantes que M. Flahault a organisé d'une façon si remarquable. Paul Lemoine.

Biologie

La greffe des yeux et la vision. — Dans un des derniers numéros de la *Revue Scientifique*, nous avons rendu compte des expériences effectuées à la Station de biologie expérimentale de Vienne, sur la greffe des yeux chez les Mammifères, Amphibiens et Poissons. Voici des expériences plus récentes sur le même sujet, et qui se trouvent exposées, comme les précédentes, dans l'*Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien* (fasc. 10, 1922).

On sait que les essais de transplantation d'organes entre espèces plus ou moins éloignées n'ont jamais donné que des résultats négatifs ou éphémères : tous les auteurs sont d'accord là dessus. Il paraît y avoir une véritable incompatibilité chimique, d'autant plus prononcée que les espèces sont plus lointaines. Eh bien, entre les mains de Théodor Koppanyi, la greffe des yeux, même au cas où les espèces sont fort distantes dans l'échelle animale, donne des résultats remarquables, et qu'on aimerait voir confirmés par d'autres savants. Koppanyi greffe avec succès les yeux de *Carassius* sur *Alburnus*, ceux de Salamandre sur Triton. Les yeux de *Molge* transplantés sur *Siredon* se rétablissent de façon parfaite. Les résultats ne sont pas moins favorables quand il s'agit d'individus appartenant à des classes distinctes : les yeux de *Salamandra maculosa* peuvent être greffés sur *Carassius vulgaris*, ceux de *Trutta fario* sur les larves de Salamandre. Même parmi les Mammifères, la greffe hétéroplastique ne paraît pas présenter trop de difficultés. Koppanyi a transplanté un œil de Souris dans l'orbite d'un Rat; l'opération a fort bien réussi, et il y a un an que le Rat en question héberge un œil étranger.

Tout ceci est évidemment extrêmement intéressant pour le biologiste, mais, au point de vue pratique, ce qui importe avant tout pour nous autres humains est de savoir si l'œil greffé voit. C'est bien la question que se sont posée les savants de la Station biologique de Vienne, et ils y répondent par l'affirmative. Un collaborateur de Koppanyi, Walter Kolmer a étudié au point de vue histologique, et à l'aide de méthodes modernes, les yeux greffés par Koppanyi depuis un temps plus ou moins long. Chez les Vertébrés inférieurs, dans les yeux greffés depuis plusieurs mois, la plupart des éléments de la rétine sont exactement semblables à ceux des yeux normaux. Le nerf optique se présente d'une venue, et l'on y suit jusqu'au chiasma des fibres colorables probablement régénérées Aussi bien dans les greffes homoplastiques que dans les hétéroplastiques, quand elles sont bien réussies, les différentes parties anatomiques de l'œil paraissent n'avoir subi aucune modification histologique. Toutefois, dans aucun des cas observés jusqu'ici, il n'y a eu de régénération de nerf optique. Pour ce qui est des Mammifères, Rats, Lapins, les résultats ne sont guère moins brillants. Dans les yeux greffés depuis deux mois, et d'apparence normale, les diverses couches de la rétine offrent la plupart de leurs éléments bien conservés. Au niveau de jonction des bouts proximal et distal du nerf optique sectionné on reconnaît des faisceaux de fibres qui se laissent suivre jusque dans la papille et jusque dans le chiasma. Il y aurait ainsi, d'après Kolmer, dans l'œil greffé, tous les éléments anatomiques nécessaires pour assurer la perception des impressions lumineuses.

Les expériences de dressage entreprises par un autre collaborateur de Koppanyi, Augusta Jellinek, ne sont pas moins significatives. Jellinek dispose dans des cages de petits récipients en porcelaine de diverses couleurs ; seuls ceux d'une couleur déterminée contiennent de la nourriture. Après une quinzaine de jours, chaque jour comportant environ douze essais, les Rats normaux apprennent à venir directement au récipient contenant la nourriture, sans se soucier de celle qui est éparpillée à dessein sur le plancher, ce qui prouverait qu'ils ne sont pas guidés par l'odorat, mais bien par la vue. Les Rats aveugles même après plusieurs mois de dressage, ne parviennent pas à trouver, sans de longs tâtonnements préalables, le récipient contenant la nourriture. Quant aux Rats à yeux greffés, leur dressage n'offre pas plus de difficultés que celui des Rats normaux. Un Rat à yeux greffés depuis 8 mois a appris à distinguer un vase blanc d'un vase bleu en 16 jours ; il a pu être dressé tout aussi rapidement à reconnaître deux récipients de verre, dont l'un était surmonté d'un carton noir, et l'autre d'un carton blanc. Jellinek est convaincu que le pouvoir fonctionnel des yeux greffés est égal à celui des yeux normaux. Il nous paraît inutile d'insister sur l'intérêt qu'il y aurait à reprendre ces expériences sur une plus vaste échelle. A. Dnz.

Microbiologie

Pouvoir antiseptique des huiles essentielles. — Des essais nouveaux ont été faits par les Drs Giovanni Gatti et Renato Cajola, de Venise, (Parfumerie Moderne, juillet 1922). Ces auteurs ont d'une part essayé le pouvoir bactéricide sur les cultures de microbes et de champignons, de l'autre fait des essais en clinique.

Voici le classement qu'ils donnent des essences :

Excellents antiseptiques : girofle, wintergrass, sassafras, santal, menthe, thym, cannelle, camphre.

Bons antiseptiques : eucalyptus, sauge, lavande, giroflée.

Médiocres antiseptiques : genièvre, bergamote, rose, patchouli, vanille, verveine.

Faibles antiseptiques : neroli, géranium, vétiver, jasmin, opoponax, origan, lemon-grass. **L. R.**

Statistique

La production lyonnaise des Soieries en 1921. — Dans le total des exportations de la France en objets fabriqués s'élevant en 1921 à 12 milliards 809 millions les tissus de soie ont atteint 1.358 millions soit plus de 10 %. En 1920 la production lyonnaise avait atteint deux milliards 119 millions de francs ; en 1921 elle était descendue à 1 milliard 500 millions. La diminution énorme tient à la baisse du cours des soies, ainsi la soie après avoir été cotée (provenance française.) 48 fr. 50 en 1913, avait atteint 334 fr. en 1920, et était redescendue au cours de 187 fr. en 1921. La baisse de la main d'œuvre estimée à 15 % environ intervient aussi dans la diminution de la valeur de la production.

La fabrication de la soie artificielle prend à Lyon une importance croissante. Il est à noter que la production de soie artificielle, 80 millions de francs en 1920 s'est maintenue à cette valeur en 1921.

Les quatre cinquièmes de la production lyonnaise en 1921 ont été exportés. M. Edouard Payen (*Économiste français*, 15 avril 1922.) remarque le rôle bienfaisant de l'industrie lyonnaise qui est exportatrice alors qu'au XVI^e^ siècle Laffenas, mercantiliste, reprochait à Lyon d'exporter du numéraire pour l'achat de la soie. **L. R.**

APPLICATIONS DE LA SCIENCE À L'INDUSTRIE

Photographie

Révélateur concentré d'emploi universel. — M. E.-H. Booth, de l'Université de Sydney a fait connaître, dans *The Australasian Photo-Review*, le mode de préparation d'un révélateur concentré, de bonne conservation, qui peut servir, convenablement dilué, au développement des plaques, des pellicules, des papiers au bromure et des papiers au chloro-bromure. Les constituants n'en sont point nouveaux : c'est, en principe, le vieux révélateur au métol-hydroquinone, d'un usage très répandu depuis longtemps; néanmoins, la façon de le préparer et de l'employer offre quelques particularités utiles à retenir. La solution concentrée contient :

Eau	q. s. p.	1.000 cc.
Métol (méthylparamidophénol)		12 gr.
Hydroquinone		48 —
Sulfite de soude anhydre		160 —
Soude caustique		30 —

Dans l'eau récemment bouillie et encore tiède, on fait d'abord dissoudre le métol et l'hydroquinone; on ajoute le sulfite, qui provoque la formation d'un précipité de métoquinone, puis, après deux minutes d'agitation, on introduit la soude caustique. Le précipité se redissout; on filtre rapidement, et l'on conserve en flacons bien bouchés.

Le bain ainsi préparé offre plusieurs avantages : le prix en est peu élevé, il ne colore ni la gélatine ni les doigts de l'opérateur, il fournit à volonté des images douces ou très intenses, il se conserve fort longtemps et, même quand un flacon a été entamé, il développe encore assez bien pendant deux ou trois mois, bien que la solution prenne une coloration de plus en plus accentuée; enfin, il se prête également bien au développement des émulsions rapides et des émulsions lentes, sur verre, sur celluloïd ou sur papier.

On remarquera, dans la formule ci-dessus, l'absence de bromure alcalin contrairement à la composition classique du révélateur au métol-hydroquinone. M. Booth a tenu à s'en passer, et il a eu raison, car la présence d'un bromure dissous dans un révélateur équivaut à l'emploi d'une émulsion moins sensible. Divers essais sensitométriques effectués sur ce révélateur, additionné de doses croissantes de bromure de potassium, ont montré que des plaques de sensibilité égale à 270 Hurter et Driffield pouvaient être amenées à se comporter comme l'eussent fait, dans le révélateur non bromuré, des plaques de sensibilité 50 H. D. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on emploie le bromure pour corriger la surexposition; mais ce n'est pas un motif suffisant pour l'ajouter systématiquement à tous les révélateurs.

Les valeurs du *coefficient de Watkins*, c'est-à-dire le rapport de la durée totale du développement à la durée d'apparition des premiers détails de l'image, ciel excepté (1), pour le développement chronométré des émulsions négatives, après dilution dans les proportions ci-après indiquées, varient entre 13 et 18, suivant que l'on désire un cliché doux ou une image vigoureuse. Le coefficient 15 fournit un négatif de bonne valeur moyenne.

La température du bain doit être comprise, autant que possible, entre 16° et 21°. Au-dessus de cette limite, il faut additionner d'alun le bain de fixage. Les durées de développement indiquées ci-dessous sont prévues pour une température de 18°.

Plaques et pellicules. — Suivant que l'on développe en cuvette ordinaire ou en cuve verticale, et suivant que l'on désire un développement plus ou moins rapide, un volume de la solution concentrée de réserve sera additionné de 15, 31, ou 63 volumes d'eau : les durées moyennes de développement seront alors, respectivement, de 4, 8 ou 16 minutes.

Pour obtenir de très grands contrastes, comme en exigent parfois certaines applications scientifiques, on poussera le développement jusqu'à ce que le voile chimique commence à se manifester. On peut ensuite amener les transparences à égaler celle du verre nu, en traitant le cliché par l'affaiblisseur de Farmer (2).

En cas de surexposition, ajouter à 100 cc. du plus concentré des bains ci-dessus (dilution à 15 volumes) 15 à 20 gouttes d'une solution de bromure de potassium à 10 pour 100. Développer à fond, et traiter, s'il y a lieu, par un affaiblisseur qui n'agisse que sur les

(1) V. E. Coustet. *Traité général de Photographie en noir et en couleurs*. (Librairie Delagrave, Paris), p. 159-160 de la 6^e^ édition.

(2) *Ibid.*, p. 182.

plus fortes opacités : par exemple, le persulfate d'ammoniaque ou la quinone (1).

Plaques diapositives et papiers au gélatino-bromure. — A un volume de la solution concentrée de réserve, ajouter 15 volumes d'eau, sans bromure.

Papiers au chloro-bromure (genre *Velox* et similaires). — Diluer d'abord comme ci-dessus (15 volumes d'eau pour 1 volume de révélateur concentré), et ajouter une solution de bromure de potassium à 10 pour 100, à raison de 3 à 10 gouttes pour 100 cc. de bain, suivant que l'on désire des images douces ou vigoureuses et à grands contacts. E. C.

Mines

La plus puissante couche de charbon du monde. — C'est incontestablement celle située près de Fushun, à une quarantaine de kilomètres de Moukden, car sa puissance atteint, par endroits, 130 mètres, avec seulement 6 à 9 mètres de couches stériles intercalées. Exploitée déjà par les Coréens, il y a plus de 600 ans, les Chinois y interdirent les travaux pendant deux siècles; reprise par les Russes, peu avant la guerre russo-japonaise, elle appartient, depuis 1907, à une société japonaise. De 360 tonnes en 1907, l'extraction quotidienne est passée à plus de 20.000 tonnes en 1921.

Le gisement étant situé presqu'à la surface du sol, l'exploitation se faisait au début par chambres et piliers, comme autrefois en France, à Decazeville, ce qui entraînait plus de 60 % de perte. Des éboulements, des incendies et même une grave catastrophe survenue en 1918 (900 morts), ont amené depuis une exploitation souterraine de type très moderne, par puits et galeries, avec remblai hydraulique au sable.

De 1914 à fin octobre 1919, la maîtresse couche, attaquée sur un front de 120 mètres de haut, a donné à elle seule 1.309.000 tonnes d'un charbon de bonne qualité. Son exploitation durera encore 3 ans et fournira encore plus de 100 millions de tonnes.

En 1920, l'exploitation, à ciel ouvert, d'une autre couche importante, a été commencée ; on pense en retirer 372 millions de tonnes. L'excavation représentera cinq fois et demi le volume du canal de Panama.

Dp.

Aviation

L'aviation en Chine. — Soixante aéroplanes, commandés par le service aéronautique de Chine, sont arrivés à Shanghaï. Ce Service envisage aussi le développement, en grand, de l'aviation civile pour le transport des passagers, des courriers postaux et de marchandises. Un service d'excursion aérienne de Pékin à la Grande Muraille a été organisé, et fonctionne depuis le 27 octobre 1921, avec deux départs par semaine.

Dp.

Industrie

La carbonisation à basse température, source de carburants. — La lutte qui se poursuit depuis la fin de la guerre pour la conquête des dernières sources de pétrole connues, lutte qui est devenue si âpre autour de la Conférence de Gênes, s'explique facilement si l'on songe que le monde tout entier va manquer de pétrole, au moment même où ce combustible est devenu l'un des éléments essentiels de l'industrie moderne. (M. D. Berthelot. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle*, t. III, p. 32.)

(1) *Ibid.*, p. 183-185.

Il n'y a peut-être jamais eu un tel exemple de gaspillage des réserves d'énergie de notre globe. La consommation du pétrole dans le monde, qui était, en 1860, d'environ 355.000 barils — de 189 litres — est devenue, en soixante ans, presque deux mille fois plus grande, avec 694.850.000 barils en 1920.

Cette consommation formidable est, d'ailleurs, très loin de devenir stationnaire, puisqu'en une seule année, de 1919 à 1920, elle est passée de 544.885.000 barils à 694.850.000, avec une augmentation de plus d'un quart. Mais, pendant le même temps, le stock de réserves des Etats-Unis et du Mexique, les grands producteurs de pétrole, diminuait de 57.000.000 de barils, ce qui indique suffisamment que la production est déjà inférieure à la consommation.

Des raisons de sécurité et de prudence nous obligent donc à créer, dès à présent, en France, une industrie de carbonisation susceptible de nous fournir la majeure partie des 600.000 tonnes de carburants dont nous avons besoin chaque année, et auxquels correspond un tribut de près d'un milliard de francs que nous versons à l'étranger.

Pour remédier à cette situation embarrassée, l'un des moyens est de créer, en France, l'industrie de la carbonisation à basse température des lignites et des schistes bitumeux, en lui donnant toute l'extension possible.

On a dit bien des fois, avec raison, qu'il importait de développer notre industrie de la carbonisation de la houille, mais, quoi qu'on fasse, nos cokeries et nos usines à gaz ne parviendront sans doute jamais à livrer plus de 70.000 tonnes de benzol par an, soit environ cinq fois leur production actuelle.

En outre, malgré l'application possible de procédés de carbonisation en deux temps, qui permettront d'obtenir simultanément un maximum de rendement en gaz et en huiles, ainsi que du coke de qualité métallurgique, on ne peut, pour le moment, envisager que la réalité. Or, celle-ci montre que ce serait un contresens certain de demander aux industries du coke et du gaz un maximum de carburants. D'autre part, si, techniquement, on arrive, comme c'est fort probable, à trouver un moyen pratique pour carboniser la houille en deux temps, son application industrielle demandera de nombreuses années, car il convient d'amortir d'abord les usines actuelles de carbonisation, qui représentent un capital de plusieurs milliards. Ceci revient à dire que la solution du problème de nos approvisionnements en carburants nécessite la création, en France du moins, d'industries nouvelles traitant un combustible bon marché, donnant des dérivés assurés d'un marché large et avantageux.

Il faut, en conséquence, envisager la carbonisation à basse température du lignite, dont notre sous-sol renferme environ quatre milliards de tonnes.

Nos lignites de la vallée du Rhône, qui ne renferment que 15 à 20 % d'eau, ont un pouvoir calorifique de 6.255 calories sur produit sec, et sont bien meilleurs que ceux de la Tchéco-Slovaquie, qui en contient 50 %, de même que ceux de la Saxe et de la Rhénanie. Le pouvoir calorifique de ces derniers n'excède pas 2.100 calories sur le produit brut.

Quoi qu'on en pense d'ailleurs bien souvent, les lignites rhénans, pauvres en bitume, ne donnent, par distillation à basse température, pas plus de 4 % de goudron. Ceux du centre allemand en fournissent, au contraire, de fortes proportions, soit de 12 à 14 % par rapport au lignite sec.

En se servant des fours verticaux, en usage à Weissenfels jusqu'à ces dernières années, le rendement en goudron ne dépassait pas 7 %, même pour le lignite saxon.

A la suite d'un essai industriel sur plusieurs tonnes de lignite du sud-est, on a pu se rendre compte que, par tonne de lignite sec, on pouvait produire :

10 à 15 kilogrammes d'essence-auto ;

50 à 60 kilogrammes d'huiles similaires des pétroles.

Il ne faut pas perdre de vue que ces huiles peuvent, elles-mêmes, être transformées dans la proportion de 60 à 70 % en essence-auto par divers procédés de cracking (Rittmann, Hall, etc.) ou par hydrogénation (Bergius, Fischer et Schrader).

Dans ces conditions, on arrive à produire, en moyenne, 50 kilogrammes d'essence par tonne de lignite, etc.

Ce sont là des résultats qu'on peut normalement obtenir, en traitant nos lignites français, et qui permettront de donner une très large rémunération au capital engagé.

Comme conclusion, retenons ceci :

Que les Allemands, qui sont livrés à eux-mêmes pour leurs approvisionnements en carburants, développent chez eux leurs usines pour la carburation du lignite, c'est normal ; mais pour que les Anglais et les Américains, les maîtres du marché du pétrole, s'en occupent pareillement, il faut vraiment que la situation soit sérieuse. S. R.

Agronomie

Expériences d'électroculture. — La Direction des Recherches et des Inventions a poursuivi en 1920-1921 les expériences d'électroculture qu'elle avait entreprises dès 1918. Le *Bulletin des Recherches et des Inventions* de juin 1922 publie le compte-rendu de ces expériences, effectuées à Bellevue dans le domaine appartenant à la Direction.

1. *Expériences d'effluvation.* — La méthode d'effluvation employée fut celle qui avait servi dans les essais antérieurs : culture des plantes en expérience dans un champ électrostatique obtenu par la mise sous tension d'un filet métallique placé au-dessus de celles-ci.

On choisit pour terrain d'essais une parcelle culturale de 12 mètres sur 9 mètres située sur le terre-plein qui précède l'entrée du pavillon occupé par la Direction.

Une deuxième parcelle, identique à la première, servait de témoin.

Le filet de tension était constitué par un réseau de fils d'acier de 0,2 mm. de diamètre, tendus parallèlement, à 0 m. 35 d'écartement les uns des autres, sur de gros fils d'acier de 1,5 mm. de diamètre attachés aux extrémités de poteaux disposés aux angles de la parcelle. Les fils fins étaient fixés aux gros par l'intermédiaire de ressorts à boudin en acier destinés à assurer une pression convenable ; des baguettes en ébonite réalisaient l'isolement. L'expérience montra que ce dispositif était suffisant, même par temps humide, mais qu'il ne pouvait permettre d'éviter les pertes quand la pluie était persistante, car les lignes de fuites étaient insuffisantes. Dans les essais postérieurs, l'isolement fut modifié par l'emploi d'isolateurs en porcelaine en forme de maillons système « Vedovelli » couramment employés en T. S. F. On pouvait déplacer facilement les fils du réseau, de façon à faire varier leur écartement.

Ce réseau était connecté, par une canalisation aérienne soigneusement isolée, à un appareil producteur d'électricité à haute tension, constitué par un transformateur d'une puissance de 3 kw, dont le primaire était branché sur le secteur alternatif 110 V. Le secondaire, dont la tension pouvait atteindre 35.000 V., était relié à un redresseur (commutateur multipolaire tournant).

Les caractéristiques du courant étaient obtenues à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre enregistreurs placés sur le circuit du primaire du transformateur ; la connaissance du rapport de transformation permettait d'en déduire les constantes de l'effluve irradiant la parcelle. Enfin, un milliampèremètre pouvait être branché directement sur le circuit haute tension à la sortie du contact tournant.

L'effluvation était pratiquée tous les jours pendant quatre heures : de 6 heures à 8 heures du matin et de 6 heures à 8 heures du soir. On évitait ainsi la superposition de l'insolation à l'action de l'effluve qui avait été reconnue nuisible dans les expériences antérieures.

Les cultures furent menées d'une façon rigoureusement parallèles dans la parcelle effluvée et la parcelle témoin, de façon à obtenir des résultats entièrement comparables.

Les expériences ont porté sur la culture des choux, des haricots noirs de Belgique, des salades, des pommes de terre, des betteraves, des céleris, des poireaux, des oignons, du tabac Maryland.

Les nombreux tableaux qui résument ces expériences mettent en évidence l'influence favorable de l'effluvation sur le développement des plantes expérimentées.

Le résultat le plus frappant est certainement offert par les plants de tabac Maryland cultivées dans les deux parcelles.

Le tableau suivant résume la moyenne des essais rapportée à un pied :

	Culture électrisée	Culture témoin
Nombre de feuilles.....	68	47
Poids des feuilles	0 kg 630	0 kg 590
Poids des tiges.....	1 kg 188	0 kg 590
Hauteur moyenne.....	0 m. 93	0 m. 91
Poids total du pied.....	1 kg 800	1 kg 180

Ces nombres sont particulièrement probants en faveur de l'électroculture : supériorité en poids, en taille, en nombre de feuilles. D'ailleurs, durant toute la période de croissance et de végétation de ces plants de tabac, on a pu distinguer, à la simple inspection des parcelles de terrain, un avantage très net en faveur des plants soumis à l'action de l'effluve.

2. *Action des courants de haute fréquence.* M. Breton a poursuivi personnellement, dans les mêmes années, des essais réduits dans des caisses de culture de 3 mètres de longueur, 80 centimètres de largeur, 65 centimètres de profondeur.

L'une des caisses était entourée d'un solénoïde en gros fil de cuivre, alimenté par le courant provenant d'un appareil Gaiffe-d'Arsonval à interrupteur à gaz, du modèle de ceux qu'on utilise pour les applications médicales des courants de haute fréquence. Cet appareil comprend un interrupteur à turbine entraînée par un moteur synchrone dans une atmosphère de gaz d'éclairage, un transformateur, un éclateur et un tableau de réglage.

Quatre caisses furent disposées sur la terrasse ; deux, les nos 1 et 4, servirent de témoins; la caisse 3 fut entourée d'un solénoïde. Quand à la caisse 2,

elle fut surmontée d'un réseau constitué par un treillis en fil de fer monté sur un cadre en bois et supporté par des chaînes d'isolateurs à maillons. On pouvait ainsi élever le cadre au fur et à mesure de la croissance des plantes, la distance initiale étant 15 centimètres.

Les caisses 2 et 3 étaient soumises au courant de grande fréquence de la façon suivante : l'installation productrice était connectée d'une part au treillis métallique supérieur et à la plaque métallique enterrée de la caisse 2, et, d'autre part aux deux extrémités du solénoïde de la caisse 3.

La culture de la caisse 2 se trouvait donc soumise à un champ alternatif de haute fréquence, tandis que celle de la caisse 3 était soumise à un champ inductif analogue à ceux que l'on emploie en électrothérapie.

Les 4 caisses reçurent les mêmes cultures : des carottes, des poireaux et des reines-marguerites.

Le courant fut appliqué à raison de 4 heures en moyenne, 6 jours sur 7, et en 2 fois chaque jour ; 2 heures le matin, à partir de 7 heures environ et 2 heures le soir, à partir de 16 h. 30 environ.

Les cultures faites dans la caisse 3 ont toujours été plus prospères que celles faites dans les caisses 1 et 4. Les cultures dans la caisse 2 ont été moins prospères, parfois même le développement des plantes a été arrêté.

Ces expériences mettent nettement en évidence une influence accélératrice des courants à grande fréquence dans la vie des plantes en même temps qu'une influence active dans le développement final, quant à l'importance de l'appareil végétatif et au poids de l'ensemble récolté. Cette influence favorable implique que les plantes, sont soumises à un champ inductif-constitué par un solénoïde enveloppant complètement la culture. Par contre, si le courant est appliqué sous forme d'effluves dans un champ d'influence alternatif, il a une action retardatrice et même nocive. Comme la production d'ozone était particulièrement intense dans les essais effectués de cette manière, on peut conclure que les résultats favorables constatés dans les différentes expériences d'électro-culture ne semblent pas dus, comme on l'a souvent supposé, à la production de ce gaz.

La nécessité de renoncer, dans les expériences d'électro-culture, aux courants alternatifs et d'employer des courants redressés se trouve ainsi, une fois de plus, confirmée. A. Bc.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Voici la liste de prix et subventions attribués en 1922 par l'Académie des Sciences.

Mathématiques. — Prix fondé par l'Etat, grand prix des sciences; mathématiques, 3.000 fr. — L'Académie avait mis au concours la question suivante : *Détermination de classes étendues de surfaces par des propriétés données de leurs lignes géodésiques considérées dans l'espace ordinaire.* Aucun mémoire n'a été déposé sur cette question. Le prix est décerné à M. Jean Le Roux, professeur à la faculté des sciences de Rennes, pour l'ensemble de ses travaux.

Prix Poncelet, 2.000 fr., à M. Jules Drach, professeur à la faculté des sciences de Paris.

Prix Francœur, 1.000 fr., à M. Antoine, maître de conférences à la faculté des sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur la géométrie.

Mécanique. — Prix Montyon, 700 fr., M. Farid Boulad, membre de l'institut d'Egypte, ingénieur du service des ponts des chemins de fer de l'Etat égyptien.

Prix Fourneyron, 1.000 fr., M. Joseph-Ambroise Farcot d'Albaret (moteur thermique).

Astronomie. — Médaille Lalande, M. Norris Russel, directeur de l'observatoire de Princeton.

Prix Benjamin-Valz, 460 fr., M. Jean Cazy, professeur à la faculté des sciences de l'université de Lille, pour ses travaux de mécanique céleste et en particulier pour son mémoire intitulé : *De l'allure du mouvement dans le problème des trois corps quand le temps croît indéfiniment.*

Médaille Janssen, M. Carl Stôrmer, professeur de mathématiques pures à l'université de Christiania (aurores boréales).

Géographie. — Prix Delalande-Guérineau, 1.000 fr., partagé entre MM. les lieutenants-colonels Lamotte de l'artillerie, attaché au service géographique de l'armée, et Mailles, de l'infanterie coloniale, (travaux géodésiques et astronomiques).

Prix Gay, 1.500 fr., M. Ludovic Gaurier, président de la commission de glaciologie et d'hydrologie des Pyrénées, pour son ouvrage intitulé : *Etudes glaciaires dans les Pyrénées fançaises et espagnoles.*

Prix Binoux, 2.000 fr., Paul Le Cointe, directeur du musée commercial de Pará, pour son ouvrage intitulé : *L'Amazonie brésilienne.*

Navigation. — Prix de 6.000 fr. : 3.000 fr., M. Maurice Garnier, ingénieur en chef d'atillerie navale, pour son ouvrage : *Calculs des trajectoires par arcs successifs.*

1.500 fr., M. André Vinsot, capitaine de frégate, pour son mémoire : *Contribution à l'étude de la tactique du lancement des torpilles.*

1.500 fr., M. H. Roussilhe, directeur du service de la reconstitution financière au ministère des régions libérées, pour ses travaux hydrographiques.

Prix Plumey, 4.000 fr., M. Edouard Sauvage, professeur au conservatoire national des arts et métiers, travaux sur les machines à vapeur.

Physique. — Prix L. La Caze, 10.000 fr., M. Anatole Leduc, professeur à la faculté des sciences de Paris, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

Prix Hébert, 1.000 fr., M. Ch. Chéneveau, chef de travaux pratiques à la faculté des sciences de Paris, pour ses travaux relatifs aux applications de l'électricité.

Prix Hughes, 2.500 fr., M. Camille Raveau, secrétaire de la rédaction des comptes rendus de l'Académie, pour ses travaux sur la thermodynamique.

Chimie. — Prix Monthyon des arts insalubres, 2.500 fr., feu Charles Boulin, préparateur à l'école normale, pour l'ensemble de ses travaux sur les gaz toxiques.

Mention honorable de 1.500 fr., M. Louis Tampier, attaché au laboratoire de M. Moureu, au Collège de France, pour ses travaux sur les gaz de combat.

Prix Jecker, 10.000 fr. : 5.000 fr., M. Marcel Godchot, doyen de la faculté des sciences de Montpellier, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

2.500 fr., M. Marc Bridel, pharmacien des hôpitaux de Paris.

2.500 fr., M. Georges Tanret, industriel à Paris.

Prix L. La Caze, 10.000 fr., M. Paul Thiébaut Muller, doyen de la faculté des sciences de Strasbourg, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

Fondation Cahours, 3.000 fr. : les arrérages de la fondation, à titre d'encouragement, à Mlle Andrée Chaudun, attachée au laboratoire de physiologie végétale de l'institut catholique, pour son étude physico-chimique sur l'inversion du sucre, publiée en collaboration avec M. l'abbé Colin.

Prix Houzeau, 700 fr., M. René Dubrisay, ingénieur des manufactures de l'Etat, professeur de chimie à l'école des ponts et chaussées, pour ses études sur les solutions salines.

Minéralogie et géologie. — Prix Victor-Raulin (1.500 fr.) : M. Louis Longchambon.

Botanique. — Prix Desmazières (1.600 fr.) : M. Edouard Chatton, professeur à la faculté des sciences de Strasbourg. — Mention honorable, M. Louis Emberger, chargé de cours à la faculté de pharmacie de Montpellier, et miss Ethel Mellor.

Prix Montagne (1.500 fr.) : M. Etienne Foex, directeur de la station de pathologie végétale du ministère de l'agriculture.

Prix de La Fons Mélicocq (900 fr.) : M. Pierre Allorge.

Prix de Coincy (900 fr.) : M. Marcel Denis, préparateur à la faculé des sciences de Paris.

Anatomie et zoologie. — Prix Cuvier (1.500 fr.) . M. René Kœhler, professeur à la faculté des sciences de Lyon.

Médecine et chirurgie. — Prix Montyon, 2.500 fr., à M. Charles Dopter, professeur au Val-de-Grâce; 2.500 fr. à M. Eugène Wollmann, chef de laboratoire à l'institut Pasteur; 2.500 fr. à MM. Edmond Lesné, médecin des hôpitaux de Paris, et Léon Binet, chef de laboratoire à la faculté de médecine de Paris. — Mentions honorables de 1.500 fr. à MM. Emile Weil, médecin de l'hôpital Tenon, et Jean Loiseleur, chef de l'équipage radiologique de la 11e région ; M. J.-B. Biot bey, président de l'institut d'Egypte; MM. Philippe Lasseur et Louis Spillmann, professeur à la faculté de médecine de Nancy. — Citations à MM. André Feil, ancien interne des hôpitaux de Paris; Serge Tchahotine, de l'Institut pathologique de Zagreb ; Maurice Fontoynont, directeur de l'école de médecine de Tananarive, et Humbert Boucher, directeur de l'institut Pasteur de Tananarive.

Prix Barbier (2.000 fr.) : M. l'inspecteur général Edmond Delorme.

Prix Bréant : 3.000 fr. à Mme la doctoresse Marie Phisalix, attachée au laboratoire d'erpétologie du Muséum; 2.000 fr. à MM. Edmond Sergent, directeur de l'Institut Pasteur d'Algérie, et Etienne Sergent, chef du service antipaludique algérien.

Prix Godard (1.000 fr.) : M. Jean Turchini, préparateur à la faculté de médecine de Paris.

Prix Mége (300 fr.) : M. Pierre Mathieu, professeur agrégé à la faculté de médecine de Nancy.

Prix Bellion : 700 fr. à M. Giuseppe Favaro, directeur de l'institut anatomique de l'Université royale de Messine; 700 fr. à M. Arthur Vernes, directeur de l'institut prophylactique de Paris.

Prix du baron Larrey (750 fr.) : M. Piere Perrin de Brinchambaut, capitaine aviateur.

Physiologie. — Prix Montyon (750 fr.) : M. Gaston Giraud, chef de clinique à la faculté de médecine de Montpellier.

Prix La-Caze (10.000 fr.) : M. Léon Frédéricq, professeur à l'université de Liège, membre de l'académie royale de Belgique.

Prix Pourat (2.000 fr.) : M. René Wurmser, préparateur de physiologie générale à la faculté des sciences de Strasbourg.

Prix Martin-Damourette (1.400 fr.) : M. Pierre Abrami, professeur agrégé de la Faculté, médecin des hôpitaux.

Prix Philipeaux (900 fr.) : professeur Costantino Gorini, directeur du laboratoire de bactériologie de l'école royale supérieure d'agriculture de Milan.

Dans la séance du 23 octobre, M. le président Haller a fait part de la mort de deux correspondants de la Section d'Astronomie, Sir William Christie, mort en mer (janvier 1922) et J. C. Kaptein, de Groningue (juin 1922).

Académie de Médecine. — Dans la séance du 23 octobre, le professeur Vaquez a rendu hommage à la mémoire du professeur Rénon ,membre de la section de thérapeutique, récemment décédé.

Association internationale de Sismologie. — Le secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Paris a présenté, le 23 octobre, les comptes rendus des séances de la cinquième conférence de la commission permanente et de la troisième et dernière assemblée générale de dissolution de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Strasbourg les 24 et 25 août dernier, rédigés par l'ancien secrétaire général, M. R. de Kövesligethy.

Comité national d'aide à la recherche scientifique. — Dans la séance tenue à l'Académie des Sciences le 30 octobre dans la salle Decaen, « la grande pitié » des laboratoires a de nouveau été signalée à l'attention publique. Le Comité national d'aide à la recherche scientifique, présidée de M. Appell, a reçu, de la marquise Arconati-Visconti, née Peyrat, une somme de 100.000 fr.; la donatrice fournit ainsi une nouvelle preuve de l'intérêt qu'elle porte au développement de la Science française.

Centenaire de Berthollet. — Berthollet est mort le 6 novembre 1822 à Arcueil. Une statue lui a été élevée à Annecy, ville voisine de Talloires, son pays natal. On vient de célébrer le centenaire du grand chimiste savoyard; l'académie florimontane a déposé une gerbe de fleurs au pied de sa statue.

Monument Henry Bazin. — Le 12 novembre a été inauguré le monument élevé à Dijon, à Henry Bazin, qui était né à Chenone. L'Académie des Sciences, dont il était correspondant, était représentée par M. Kœnigs.

Centenaire de Pasteur. — Le 26 décembre, l'Académie de médecine célèbrera le centenaire de Pasteur, par trois lectures sur son œuvre : médecine, chirurgie, recherches de laboratoire.

Le 27 décembre, sous les auspices de la famille de Pasteur et de l'Institut Pasteur, une cérémonie réunira les représentants de tous les corps savants et Sociétés, dont Pasteur a fait partie. Les invités visi-

teront le tombeau du maître et une médaille (celle de Roty) leur sera remise.

Institut international d'Anthropolcgie. — La 2e section (Préhistoire) de l'Institut international d'Anthropologie tiendra une séance le jeudi 30 novembre prochain à l'Ecole d'Anthropologie (15, rue de l'Ecole-de-Médecine), sous la présidence du Prince Roland Bonaparte.

Syndicat des Inventeurs français (28, rue Serpente). — Le syndicat est présidé par M. Kestner, président de la Société de Chimie industrielle. Parmi les membres du Conseil se trouvent MM. d'Arsonval, Georges Claude, Moureu, Auguste Rateau, Maurice Leblanc, Esnault Pelterie, Matignon, etc. Des groupes régionaux ont été constiués; l'un des plus actifs est celui du sud-est dont le siège est à Marseille. Son délégué M. Tournel a entrepris une campagne dans la presse méridionale; il résume ainsi les buts du syndicat : 1° modification de la loi des brevets de 1844; 2° création du brevet international; 3° protection de l'inventeur et de l'industrie nationale.

Similaires de l'absinthe. — De même que pour l'asbinthe, les similaires viennent d'être interdits. Un décret (24 octobre) les définit « des spiritueux à saveur et odeur d'anis, troublant par l'eau, possédant un degré supérieur à 40 et renfermant moins de 150 gr. de sucre par litre ». Restent autorisées, les liqueurs ne donnant pas de trouble persistant par addition de 7 volumes d'eau à 15°, ne contenant aucune essence cétonique (absinthe, tanaisie, carvi). ne titrant pas plus de 40° et renfermant au moins 150 gr. de sucre par litre.

Convention internationale pour l'unification de la présentation des résultats d'analyses des matières alimentaires. — Un décret (*J. Offic.*, 5 novembre) fixe les règles relatives aux mesures pondérales, volumétriques, de température, de chaleur, de pression, indices de réfraction, etc. Une conférence sera réunie tous les six ans. Un bureau international est créé à Paris avec un personnel de chimistes spécialisés. Le représentant de la France est M. Bordas. La dotation annuelle du bureau est de 150.000 fr. Les frais d'installation ne devront pas dépasser 500.000 fr.

Cérémonie à la mémoire d'Edmond Perrier. — Le 24 septembre dernier, la ville de Tulle a commémoré le souvenir d'Edmond Perrier par l'apposition d'une plaque en marbre sur la maison où il naquit en 1844.

M. le Dr Bordas, professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Rennes, prononça un discours dans lequel il analysa l'œuvre scientifique de Perrier, qu'il place au premier rang des biologistes de notre époque et qu'il considère comme le chef de l'Ecole Zoologique moderne.

M. Nouaillac, professeur au Lycée Pasteur, parla du caractère et du dévouement à la science du regretté zoologiste auquel la ville de Tulle a l'intention d'élever prochainement un monument plus important.

Une expédition danoise au Sahara. — Une expédition dirigée par le professeur Olufsen et comprenant M. le Dr Gram, botaniste, MM. les Drs Storgaard, Kayser, géologues, auxquels est adjoint M. Bourcart, préparateur au laboratoire de géographie physique, de la Sorbonne, a quitté Paris, le 10 novembre, pour entreprendre, pendant six mois, une série d'études et d'observations dans le sud tunisien et le Sahara ; elle visitera Ouargla, Margla Hassi, le Hoggar, Tamanrasset, Colomb-Béchar, Figuig, Aïn-Séfra. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris *Faculté des Sciences.* — La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures de sciences portant le titre de « certificat de technique aéronautique ».

La préparation de ce certificat est confiée à M. Marchis, le savant professeur, titulaire de la chaire d'aviation.

Soutenance de thèse. — Pour les Doctorat ès-sciences physiques le 7 novembre, M. Dejean : « Recherches expérimentales sur les transformations du fer et des aciers ».

Faculté de pharmacie. — M. Dorveaux, bibliothécaire de la Faculté de Pharmacie vient d'être mis à la retraite. Il emporte les regrets de tous ceux, savants et étudiants, qui ont eu l'occasion de l'approcher.

— M. Radais, doyen de la Faculté de Pharmacie, est nommé membre de la commission du Codex.

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours public de physique du professeur Jean Becquerel a été ouvert le 3 novembre; voici le programme de son enseignement :

Les lundis, à 10 h., La radioactivité et les transformations de la matière; l'évolution de la matière dans la nature; la chaleur terrestre et la chaleur solaire;

Les mercredis et vendredis, à 14 h. — Théorie de la relativité restreinte et généralisée; la théorie de la gravitation et les applications astronomiques; lois générales de l'électromagnétisme; hypothèses cosmologiques.

— Un décret autorise le Muséum à percevoir un droit d'entrée dans les diverses salles de collections, excepté les jeudis, dimanches et jours fériés. L'accès des jardins reste libre, mais des droits seront imposés aux peintres, dessinateurs, mouleurs, photographes, et le montant en sera fixé dans un délai de dix mois.

Ecole d'Anthropolcgie. — L'ouverture du cours de M. Mahoudeau qui devait avoir lieu le 8 novembre est reportée à une date ultérieure.

Les Conférences de M. Siffre auront lieu à 5 heures (au lieu de 3 heures).

Service géographique de l'armée. — Cours public *de géodésie et d'astronomie de position.* — Cet enseignement, qui a été créé en 1904 sera continué cet hiver et aura lieu 140, rue de Grenelle, à partir du 14 décembre.

Les personnes désirant suivre les leçons auront droit à la délivance d'un certificat, et elles devront adresser une demande d'inscription au directeur du service géogaphique de l'armée, 136 *bis*, rue de Grenelle. Le programme détaillé des cours sera tenu à leur disposition.

Ces cours ne s'adressent pas seulement aux officiers de toute sorte, appartenant ou non au Service géographique de l'Armée. Les explorateurs, géographes, géomètres, étudiants en sciences, etc., les suivront avec intérêt. Ils y acquerront, outre des connaissances théoriques indispensables à un géodésien, la pratique des méthodes et des instruments sur le terrain.

L'enseignement de première année sera conduit dans un esprit essentiellement pratique. Il aura pour objet de former des observateurs capables d'opérer sur

le terrain suivant des méthodes rigoureusement scientifiques.

L'enseignement de seconde année permettra par contre aux auditeurs de se familiariser avec des matières d'ordre plus élevé. Il sera professé par le chef de la Section de Géodosie qui traitera cette année la théorie des projections et de la construction des cartes, le calcul des coordonnées géodésiques, la méthode du point approché et le nivellement barométrique.

Il est prévu en outre la visite d'une quinzaine d'établissements scientifiques.

1re année. 1° Révision de mathématiques et de physique; 2° Géodésie; 3° Astronomie de position.

2me année. Lire le programme dans le *J. off.* du 27 octobre.

Ecole polytechnique. — Un emploi de répétiteur de physique est vacant. Les candidatures devront être produites avant le 23 novembre ; elles seront examinées par les Conseils de l'Ecole.

Université de Lyon. — Le 7 mai 1923 un concours s'ouvrira par l'emploi de deux chaires à l'Ecole de médecine et de pharmacie de Dijon, 1° Anatomie et physiologie ; 2° pathologie et clinique chirurgicale, clinique obstéricale.

Université d'Aix-Marseille. — *Institut de médecine et de pharmacie coloniales.* Les cours commenceront le 3 janvier 1923. La première session sera close le 31 mai par l'examen pour l'obtention du diplôme de médecine et de pharmacie coloniales. Des épreuves spéciales permettront de conférer le titre de médecin sanitaire maritime.

Une deuxième session aura lieu du 1er avril au 30 juin.

La carrière médicale coloniale offre aux jeunes médecins des situations intéressantes, assurées par les gouvernements de nos colonies ou par des compagnies privées.

Tous les renseignements utiles (programmes, inscriptions, droits d'immatriculation, etc.) peuvent être demandés au secrétariat de l'Ecole de médecine de Marseille, château du Pharo. L'horaire des cours sera publié le 1er décembre.

Université de Bordeaux. — Un concours pour l'emploi de suppléant de pharmacie et matière médicale à l'Ecole de Limoges aura lieu de 25 juin prochain.

Université d'Alger. — M. Raynaud, agrégé, est nommé professeur de clinique des maladies des pays chauds et des maladies syphilitiques.

Université de Montpellier. — Une place d'agrégé de chimie est vacante à la Faculté de Médecine.

— La chaire de médecine légale et toxicologique est transformée en chaire de médecine légale et de médecine sociale.

— M. Euzière est nommé professeur de clinique des maladies mentales et nerveuses.

— M. Leenhardt est nommé professeur de maladies des enfants.

Université de Toulouse. — M. Mailhe est nommé professeur de chimie agricole et industrielle.

University College. — Le 3 novembre, on a inauguré à University College de Londres la médaille du regretté sir William Ramsay. M. Henri Le Chatelier y représentait l'Académie des Sciences. R. L.

NÉCROLOGIE

Le physicien Edmond Bouty. — M. Bouty, membre de la section de Physique de l'Académie des Sciences, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris, ancien président de la Société française de Physique et de la Société internationale des Electriciens, vient de mourir (5 novembre) dans sa 77e année. Il a contribué aux progrès de la physique par d'importantes recherches originales, par la publication de livres très appréciés d'enseignement et par la formation de nombreux élèves.

Il sortit de l'Ecole normale supérieure en 1869 et débuta dans l'Enseignement secondaire. Docteur ès-sciences en 1875, il fut appelé comme maître de Conférences de physique à la Sorbonne en 1883 ; il fut titularisé en 1885, en remplacement de Desains.

Il put dès lors grouper autour de lui, en qualité de préparateurs, une nombreuse élite de jeunes savants, qu'il animait de son ardeur au travail. En retour ceux-ci, désireux de lui manifester leur reconnaissance pour la manière aimable et bienveillante avec laquelle il encourageait leurs efforts, le secondaient de tout leur dévouement et l'appelaient volontiers le « maître ».

Nous ne donnerons pas la liste de ses nombreux mémoires ; nous signalerons seulement ses études sur les électrolytes qui ont été poursuivies par plusieurs de ses élèves, entr'autres par Lucien Poincaré et M. Daniel Berthelot, ses travaux sur les diélectriques et enfin ses intéressants résultats sur la cohésion diélectrique des gaz. Ajoutons que M. Bouty a dirigé, pendant plus de trente ans, le « Journal de physique pure et appliquée », qui est resté entre ses mains l'organe le plus autorisé de la Physique française. Il avait conservé jusqu'à ses derniers jours la direction des « Annales de Physique ». R. Dongier.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 16 octobre 1922

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *An. Bilimovitch* (prés. par M. Appell). **Des lignes d'inertie sur une surface.**

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* **Sur le calcul d'une intégrale double qui se présente dans la théorie de la diffraction des images solaires par une fente rectangulaire.**

ELECTROMAGNÉTISME. — *André Guilbert* (prés. par M. Paul Janet). **Sur le calcul de l'attraction des électro-aimants.**

OCÉANOGRAPHIE. — *Ed. Le Danois* (prés. par M. Joubin). **Sur l'hydrologie de l'Atlantique Nord.**

Les eaux de salure inférieure à 35,5 pour 1.000, qui se trouvent dans la région arctique subissent un mouvement circumpolaire qui se continue vers le sud, sous forme d'une dérive d'icebergs (courant du Labrador). Les eaux atlantiques proprement dites, de salure supérieure à 35,5 pour 1.000, subissent le courant équatorial qui se heurte au continent américain dans le golfe de Mexique et forme un courant de retour, auquel, d'après l'auteur, doit être limité strictement le « Gulf-Stream ».

OPTIQUE. — *C. Raveau.* **Démonstration de la loi de l'entraînement de l'éther de Fresnel, sans appel à la relativité du temps et de l'espace.**

Dans l'appareil interférentiel qu'imagine M. Raveau, un des rayons interférents traverse successivement, en sens inverse, un fluide en mouvement et une masse du même fluide au repos. Le second rayon se propage dans le vide. La condition dé Fresnel est satisfaite parce que l'appareil peut être considéré, soit à l'état de repos, soit à l'état de mouvement, mais, dans ce dernier cas, avec une vitesse telle que le réglage établi au repos se conserve.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Albert Perrier* et *B. de Mandrot* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Elasticité et symétrie du quartz aux températures élevées.**

Ces mesures, entreprises en vue de vérifier la disparition du phénomène de la piézoélectricité à une température élevée, ont mis en évidence le passage, à 576°, de la symétrie rhomboédrique à la symétrie hexagonale, l'élasticité du quartz pésentant alors une symétrie de révolution.

MÉTÉOROLOGIE. — *Jean Mascart* (transm. par M. Marcel Brillouin). **La proportion des réussites dans la prévision du temps.**

M. Mascart rappelle avec raison qu'il importe d'énoncer les prévisions du temps avec toute la netteté nécessaire. Celles-ci devraient engager la responsabilité du météorologiste, à qui devrait être « interdite toute rédaction parabolique ». Les réussites obtenues par M. Mascart, en matière de prévision locale, en utilisant les données climatologiques, atteignent 79,3 pour 100, alors que les prévisions des services centraux ne dépassent pas 69 pour 100. « Par le perfectionnement et l'extension des études régionales, on est donc en droit d'espérer bientôt, à 36 heures, atteindre *régulièrement* la proportion de 80 pour 100 de bonnes prévisions. » R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Curie* (prés. par M. G. Urbain). **Sur les indices de réfraction des sulfures phosphorescents.**

Lenard avait trouvé que pour un même phosphorogène (Cu), dilué dans la CaS,BaS,SrS, les rapports $\frac{\lambda}{\sqrt{K}}$ des longueurs d'onde d'excitation aux racines carrées des constantes diélectriques sont égaux. Schmidt a déterminé K pour les divers sulfures. Or, on sait que $K = n^2$. Les mesures directes de n, effectuées par l'auteur, sont comprises entre 2,10 et 2,15 (lumière jaune) pour les sulfures alcalino-terreux et donnent 2,35 pour le sulfure de zinc. Comme les valeurs de n déduites de K sont trop élevées, il s'ensuit que la constance du rapport n'existe pas.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L.-J. Simon* et *L. Ziry.* **Neutralisation de l'acide tartrique par la potasse en présence des chlorures alcalino-terreux.**

Avec la potasse, seule ou additionnée de chlorure de potassium, la neutralisation se fait en deux temps. En employant l'hélianthine et la phtaléine on peut doser l'acide tartrique en présence de

$$HCl,\ SO^4H^2,\ CCl^3CO^2H$$

etc. En présence des chlorures alcalino-terreux, le double titrage ne serait plus possible puisqu'avec l'acide tartrique seul et un excès de chlorure de calcium, la neutralisation se fait avec la même quantité de potasse, quel que soit l'indicateur. Si le mélange renfermait un excès d'acide tartrique, chaque $CaCl^2$ agirait comme $2HCl$ et l'excès d'acide tartrique agirait en deux temps, marqués chacun par l'un des deux indicateurs.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *Mlle M. Braecke* (prés. par M. Guignard). **Rhinanthine et Aucubine. La rhinanthine est de l'aucubine impure.**

Dans cette nouvelle note, les auteurs montrent que la Rhinanthine de Ludwig n'est autre qu'un mélange d'aucubine et de saccharose (25 p. 100); ce composé ne représente pas un principe immédiat et son nom doit disparaître. Alors que l'hydrolyse de l'aucubine donne 53 à 55 % de glucose et 41 à 42 % de produit noir, celle de la rhinanthine donne une plus grande quantité de glucose et moins de produit noir. Les auteurs ont pu séparer la saccharose de l'aucubine.

A. Rigaut.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Aimé Azam* (prés. par M. E. Haug). **Sur l'origine et le processus de formation des sols de la Hague.**

Les limons des environs de Sainte-Croix-Hague proviennent du remaniement d'éléments appartenant aux grès de May sur la surface des schistes à Calymènes et des grès Armoricains. Les limons de la Hague sont le résultat du remaniement et de la dissociation de roches primaires appartenant soit au Cambrien, soit à l'Ordovicien.

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). **Sur la position systématique des Euphorbiacées.**

La nervation d'ensemble des cotylédons est extrêmement semblable chez *Mercurialis annua* L. et *Brachychiton acerifolium* F. Muell. (*Sterculia acerifolia* Hemsl.) Il s'agit là, vraisemblablement, d'après l'auteur, d'un caractère ancestral resté commun entre les deux espèces, et cela constitue, selon lui, un argument nouveau en faveur du rapprochement étroit des Euphorbiacées et des Sterculiacées.

— *J. Beauverie* (prés. par Gaston Bonnier). **Sur la « période critique du blé ».**

Le nom de « période critique » a été donné à la période qui précède l'épiage d'une façon immédiate et qui l'accompagne dans ses débuts. Dans la région de Clermont (Puy-de-Dôme), on devra donner comme but à la sélection de faire coïncider la période critique du blé avec les trois premières décades de mai, car, au-delà, les probabilités de sécheresse augmentent brusquement, en montagne comme en plaine. C'est parce que, en France, cette coïncidence s'effectue normalement, la plupart du temps, que notre pays est avant tout, au point de vue agricole, le pays du blé.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). **Sur un hybride stérile d'Epeautre et de Seigle.**

En fécondant le *Triticum Spelta* L. var. T avec le pollen abondant d'un seigle (*Secale cereale* L.), l'auteur a obtenu 5 grains qui ont donné 5 plantes très vigoureuses et stériles. Ces 5 plantes ont fourni jusqu'à présent 187 épis totalement stériles. Les caractères de l'hybride sont partie ceux du père, mais surtout ceux de la mère.

D'autres Blés (*Tr. turgidum*), croisés avec le Seigle, donnent par contre des lignées partiellement fertiles.

— *Adrien Davy de Virville* et *Fernand Obaton* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Observations et expériences sur les fleurs éphémères.**

La lumière n'a aucune action sur l'ouverture, la

chute ou la fermeture des corolles des fleurs éphémères (*Helianthemum guttatum, Anagallis arvensis*). L'état hygrométrique en a très peu. C'est surtout la température qui influe sur l'épanouissement des fleurs éphémères.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Fred Vlès* (prés. par M. Henneguy). **Sur les variations des ions H+ au voisinage des œufs en division**

Dans les conditions de l'expérience, l'observation montre de façon constante que le p_h de l'eau de mer environnant les œufs en segmentation, lequel diminue d'une façon grossièrement régulière, varie dans le détail suivant un mode très particulier : son évolution est nettement encyclique, la courbe formant pour chacun des premiers stades de la segmentation une boucle plus ou moins accentuée dans laquelle la variation est rapide au début et ralentie vers la fin, immédiatement avant la scission bipartitrice.

BIOLOGIE — *J. Legendre* prés. par M. E. Bouvier). **Rôle trophique des Oiseaux à l'égard des Culicines.**

A Beyrouth, la protection de l'homme par les animaux contre les piqûres des Culicines autres que *Stegomyia fasciata* est très efficace; elle est réalisée pour les 4/5 par les oiseaux (moineaux, poules et même pigeons, animaux domestiques ou semi-domestiques) et pour 1/5 par les chauves-souris ou autres mammifères, dont l'homme à défaut des autres. Ce rôle trophique des oiseaux à l'égard des Culicines, quoique moins exclusif, se rapproche de celui, que l'auteur a noté en France, du lapin domestique vis-à-vis d'*Anopheles maculipennis*, agent de la malaria.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (prés. par M. Henneguy). **Le mouvement sans nerf et le mouvement nerveux des embryons de Ralidœ.**

Les *Raia punctata Risso*. Le Danois et *Raia asterias* Rond. Le Danois, présentent, avec quelques variantes, le mouvement sans nerf et les étapes physiologiques du mouvement nerveux que l'auteur a décrits chez *Scylliorhinus canicula* L. Gill.

ZOOLOGIE. — *A. Gruvel* (prés. par M. Joubin). **Sur deux espèces de Langoustes des côtés d'Indo-Chine.**

Des deux espèces recueillies, l'une est le *Palinurus ornatus* Fabricius qui vit, comme à Madagascar, dans les anfractuosités des formations madréporiques anciennes. Son prix varie de 0 fr. 70 à 1 fr. 90, suivant les localités. Comme elle peut atteindre un poids de 4-5 kil., elle se prêterait, si elle est très abondante, à la fabrication d'excellentes conserves.

La deuxième espèce est le *Palinurus fascialus* Fabricius, qui se rencontre aussi sur les côtes d'Annam. Un peu plus petite que la précédente, cette espèce est néanmoins très intéressante, étant d'un goût délicat.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Dumas* et *D. Combiesco* (prés. par M. Roux). **L'intoxication dysentérique du lapin et l'intoxication cholérique du cobaye par ingestion de toxines dysentérique et cholérique solubles.**

L'ingestion de la toxine dysentérique soluble reproduit l'intoxication dysentérique chez le lapin. L'absorption de la toxine cholérique provoque chez le cobaye l'intoxication cholérique. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 23 octobre 1922

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *A. Angelesco* (prés. par M. Appell). **Sur une propriété fonctionnelle des coniques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Merlin* (prés. par M. G. Koenigs). **Quelques propriétés des réseaux.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Desaint* (prés. par M. Hadamard). **Sur les représentations générales des fonctions analytiques.**

— *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Emile Borel). **Sur les singularités des fonctions automorphes.**

— *Frithiof Nevanlinna* (près. par M. Emile Borel). **Sur les relations qui existent entre la distribution des zéros et des pôles d'une fonction monogène et la croissance de son module.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Alf. Guldberg*. **Sur un théorème de M. Markoff.**

— *Constant Lurquin* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le critérium de Tchebycheff.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Constantin, Joessel* et *Daloz* (prés. par M. J.-L. Breton). **Sur un bateau qui remonte le vent en se servant du vent lui-même comme puissance motrice.**

L'énergie du vent est captée par un moteur du type éolien et le mouvement de rotation est transmis à une hélice marine. Au moyen d'un changement de vitesse convenable, la poussée axiale de l'hélice marine peut être rendue supérieure à la poussée axiale totale de la turbine aérienne. Ainsi, le bateau peut avancer vent debout. Les expériences effectuées avec le bateau de pêche le *Bois-Rosé*, de six tonneaux environ, sur la Seine, entre Sèvres et St-Cloud, au milieu d'une navigation active, ont mis en évidence, malgré le courant du fleuve, que la manœuvre pouvait être assurée par une seule personne avec une souplesse admirable.

ELECTRO-OPTIQUE — *L. de Broglie* et *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Sur le système spectral des rayons Rontgen.**

Les résultats expérimentaux obtenus par l'un des auteurs avaient permis, suivant les idées de Smekal et Rubinovicz, de rendre compte de la presque totalité des lignes observées dans les séries L des éléments. De nouvelles observations ont fait apparaître la vraie structure de la série K, de la série L_3 et de la série L_2. Cette dernière présente un anomalie remarquable qui est l'absence, des deux satellites de haute fréquence prévus pour les lignes $\beta_1\,\gamma_1$ et γ_2. Enfin la raie β_2 de L_1 doit être un triplet.

OPTIQUE. — *M. Vuillaume* et *A. Boutaric* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Photométrie de sources lumineuses constituées par des corps noirs à des températures différentes.**

La photométrie hétérochrome présente des difficultés que Crova d'une part et Macé de Lépinay d'autre part se sont efforcés d'éliminer en faisant porter la comparaison photométrique sur une ou deux régions spectrales déterminées. MM. Vuillaume et Boutaric ont obtenu des résultats convenables en considérant pour $\lambda = 582^{m\mu}$ les rapports $x = \frac{\rho}{\rho_0}$ des émissions aux températures T et T_0 et $y = \frac{x}{x_0}$ des éclats aux mêmes températures. La formule $y = x^{1,015}$ traduit les résultats à 1/60 près lorsque la température-étalon T_0 est comprise entre 2000° et 3000°.

ELECTRICITÉ. — *R. Mesny* (prés. par M. G. Ferrié). **Génération par tubes électroniques d'oscillations polyphaxées de haute fréquence.**

On dispose, en parallèles, les filaments de trois lampes audions ; si les trois selfs de plaque aboutissent à un point commun P réuni à l'un des pôles du filament à travers une source de haute tension, si les trois selfs aboutissent de même à un point commun G connecté à l'une des bornes du filament, si des condensateurs $C_1C_2C_3$ relient deux à deux les grilles des différentes lampes, on peut obtenir des oscillations décalées l'une par rapport à l'autre d'un tiers de période. On peut ainsi réaliser un champ tournant par des procédés semblables à ceux employés pour les fréquences industrielles.

MÉTÉOROLOGIE. — *J. Lacoste* (prés. par M. E. Bouty). **Nouvelles observations radiogoniométriques des parasites atmosphériques.**

Les observations, effectuées avec un matériel différent de celui des années précédentes, confirment le fait déjà énoncé que la direction dans laquelle on observe le maximum des parasites atmosphériques est le plus souvent celle des secteurs sud et sud-est des dépressions. Ainsi l'étude des parasites atmosphériques est susceptible d'apporter une contribution intéressante à la prévision du temps. R. Dongier.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Charrou* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la séparation de l'oxyde ferrique et de l'alumine d'avec la magnésie par la méthode des azotates.**

Cette méthode de Deville, consistant à faire agir la chaleur sur les azotates, a été déjà étudiée par l'auteur (C. R. t. 174, 1922) pour obtenir la séparation d'avec la chaux. Dans le cas de la magnésie, on arrive à diminuer les entraînements en ne soumettant le mélange des azotates qu'à une température de 150° et en reprenant les oxydes de fer et d'alumine par une solution bouillante d'azotate d'ammoniaque à 10 %. L'entraînement par l'oxyde ferrique est de 0,9 %, par l'alumine de 0,6. Si l'on opère la décomposition à 250°, ces entraînements deviennent 9,8 et 2,3 %.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Picon* (prés. par M. A. Haller). **Action du sodammonium sur l'hexaméthylène tétramine, le tétraméthyl-diaminométhâne et l'éthylidène éthylimine.**

Cette action est nulle en tant que réactif hydrogénant, non seulement sur l'hexaméthylènetétramine, mais encore sur les composés azotés saturés de la série acyclique. Avec ces composés non saturés, il se produit la condensation de deux molécules. On a là une nouvelle réaction des imines, permettant la préparation de nouvelles diamines secondaires, comme le diéthyldiaminobutane. L'action négative sur l'hexaméthylènetétramine est d'accord avec la formule de constitution admise jusqu'à présent. A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *Ch. Barrois, P. Bertrand, P. Pruvost.* **Observations sur le terrain houiller de la Moselle**

Le bassin de Sarre-et-Moselle doit être actuellement considéré comme une nappe plissée dont le pendage septentrional est interrompu au Midi par deux plis anticlinaux parallèles, l'un de Sainte-Fontaine à Clarenthal, l'autre au puits Simon de la Petite-Rosselle. Sous les morts-terrains au sud de la faille du Midi de Saarbrücken, ce que l'on doit s'attendre à trouver comme couverture du houiller productif c'est la continuation du régime des plis anticlinaux et synclinaux abrasés du houiller de Sarre-et-Moselle, susceptible de faire affleurer sous le grès rouge des couches même inférieures à la zone à *Neuropteris tennifolia*.

— *W. Kilian.* **Les stades de recul des glaciers alpins et l'origine du lac Lauvitel (Oisans).**

L'examen géologique du Vallon de Lauvitel permet de distinguer deux stades de stationnements glaciaires nettement antérieurs à l'état actuel de nos Glaciers : le stade de la Danchère et le stade du Lac Lauvitel. Ces deux « stades » sont eux-mêmes postérieurs à l'occupation par les glaciers de la plaine du Bourg d'Oisans, au *stade de Vizille* plus récent lui-même que le Néowürmien. Ils appartiennent à la phase dite *post-glaciaire* de M. Penck dont ils représentent sans doute des stades de « Gschnitz » et de « Daun » et peuvent être rapprochés des stades IV et V reconnus à Bédinat par M. P. Lory.

— *Paul Lemoine* et *A. Pinard.* **Sur le mode de contact de la craie et du calcaire pisolithique à Meulan-Gaillon (Seine-et-Oise).**

Le calcaire pisolithique a rempli, dans la craie, des poches irrégulières, tout à fait analogues aux poches de décalcification que remplit à la surface des plateaux actuels l'argile à silex.

La mer montienne n'a rien érodé, elle a rempli, d'une façon très tranquille, les dépressions de la craie, aussi bien les poches comme celles de Meulan, que des vallées préexistantes, et ce régime permettra d'expliquer la particularité des autres gisements du calcaire pisolithique.

LITHOLOGIE. — *Pereira de Sousa.* **Sur les roches basiques du massif de syénite néphélinique de la « Serra de Monchique » et de ses alentours (*Algarve*).**

Les mêmes types lithologiques ou des types analogues provenant tous de la différenciation d'un même magma se trouvent en filons, en petits massifs, ou en enclaves (facies de variation) dans la syénite ; c'est la répétition de ce que M. A. Lacroix a rencontré dans la province pétrographique alcaline d'Ampasindava (Madagascar).

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Mlle F. Brepson* (prés. par M. E. Haug). **Sur le rôle des phénomènes de solifluction dans le modelé de la région de Saulieu (*Morvan*).**

Le cas de l'étang de Thoisy-la-Berchère formé par barrage de solifluction constitue certainement la règle générale dans la région en question. Si les glissements superficiels n'ont pas laissé ici des bourrelets aussi importants que les rideaux de certaines régions régions crayeuses, cela tient à ce que le modelé est arrivé à un degré de maturité assez avancé. Par contre, les petits cours d'eau qui ont atteint, ou presque atteint, leur profil d'équilibre, dans la région étudiée par l'auteur, ont respecté ces barrages pour accumuler leurs eaux verse l'amont, en donnant lieu à la formation d'étangs plus ou moins importants.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mirande* (prés. par M. L. Guignard). **Sur la relation existant entre l'acidité relative des tissus et la présence de l'authocyanine dans les écailles de bulbes de Lis exposées à la lumière.**

Qu'une oxydase intervienne ou non dans l'acidification de la masse générale des écailles de bulbes de Lis, de toute façon on voit que, au cours de la synthèse de l'authocyanine, intervient un phénomène d'oxydation.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). **Embryogénie des Caryophyllacées. Les premiers stades du développement de l'embryon chez le Sagina procumbens L.**

La cellule basale du proembryon bicellulaire, chez le *Sagina procumbens*, comme chez les Monocotylédones aquatiques, se différencie directement en une vésicule micropylaire et ne prend nullement part à la construction de l'embryon. Aux dépens de la cellule apicale se forme une tétrade de quatre cellules superposées, qui par bipartition donnent un proembryon octocellulaire ; celui-ci, à son tour, engendre un proembryon à seize cellules disposées en six étages très nettement délimités. Les lois qui président à ces divisions sont très simples et ne paraissent pas présenter d'exceptions.

BOTANIQUE. — *André Guillaume* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Étude sur les limites de végétation dans le Nord et l'Est de la France.**

L'auteur choisit une région resteinte (quadrilatère

dont les angles seraient formés par le sud-ouest du Loiret, le nord-ouest de la Somme, le nord-est de la Lorraine, le sud-est de la Haute-Saône) dans laquelle il étudie les limites de toutes les plantes, de façon à déceler les influences qui leur sont communes.

Si un certain nombre de limites de végétation ne paraissent soumises à aucune loi, les autres sont sous la dépendance de certaines influences que l'auteur passe en revue et qui, d'après un ordre d'importance décroissant, sont les influences climatériques, les influences géologiques, les influences physiques et les influences paléontologiques.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Med. Gard* (prés. par M. Lecomte). **Sur le dépérissement des jeunes noyers en 1922.**

Les faits observés sont la conséquence de quelques gels complets, mais surtout de gels partiels à la date du 12 novembre. Les noyers, greffés ou non, ont, pour la plupart, poussé normalement au printemps, puis ont dépéri pendant l'été. Ce fait paradoxal s'expliquerait par le fait qu'un très grand nombre de cellules ne fonctionnent plus normalement ; leur chimisme modifié a engendré des substances nocives pour les parties saines, substances qui sont entraînées peu à peu par l'apport puissant d'un système radiculaire resté en plein fonctionnement.

PHYSIOLOGIE. — *Emile F. Terroine* et *H. Barthélemy* (prés par M. Henneguy). **Avitaminose et inanition.**

De l'ensemble des faits osbervés les auteurs concluent que, si l'inanition se surajoute indubitablement aux phénomènes d'avitaminose, ni la mort, ni les accidents nerveux ne peuvent être purement et simplement réduits à des accidents d'inanition.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOOIQUE. — *Marage* (prés. par M. G. Ferrié). **Phonation et audition téléphonique.**

Les voyelles impressonnent beaucoup plus longtemps l'oreille que les consonnes et, si celles-ci sont mal prononcées, il ne reste plus que les voyelles, c'est-à-dire que le mot devient incompréhensible. On devrait prendre comme téléphonistes des méridionaux qui font entendre également bien voyelles et consonnes.

Les voix d'homme sont mieux comprises que les voix de femme.

HISTOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. E. Roux). **Sur le fonctionnement du tissu adipeux; recherches sur la glande nuchale des Rongeurs.**

Chez le Rat blanc, la glande de la nuque est constituée par des groupes de lobules adipeux de deux types. Les uns sont de couleur brune et d'aspct opaque ; ils sont constitués par des cellules adipeuses renfermant des gouttelettes de graisse nombreuses, petites et serrées. Les autres lobules sont blancs et translucides ; ils sont constitués par des éléments adipeux typiques, avec une seule goutte huileuse remplissant toute la cellule.

En étudiant cet organe adipeux chez des animaux nourris avec de la graisse colorée au rouge écarlate, on constate que les éléments à grosse vésicule unique ont pu seuls réaliser cette fixation directe de la graisse colorée. La relation qui existe entre la structure de l'élément adipeux et sa capacité de fixation directe de la graisse se trouve ainsi mise en évidence. Elle est liée à sa constitution colloïdale même ; elle n'a lieu que pour les cellules dans lesquelles l'huile constitue la phase externe ou milieu de dispersion.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Vila* (prés. par M. E. Roux). **Séparation des globulines du sérum du cheval.**

L'addition de moins de 1/1000 d'acide chlorhydrique et le traitement à l'acétone, dans les conditions indiquées, permettent de retirer du sérum une première fraction de globuline caractérisée par son insolubilité dans le milieu acide spécifié. Une autre fraction de globuline se sépare quand on élimine l'acide introduit. La troisième fraction des protéines, très soluble dans l'eau, possède les caractères de la sérum-albumine. L'extraction de ces trois fractions s'obtient, à partir du même prélèvement de sérum, avec un rendement au moins égal à 90 %.

PATHOLOGIE. — *Y. Manouelian* et *Jules Viala* (prés. par M. E. Roux). **Un cas de rage chez une lionne.**

Les auteurs ont constaté, au point de vue clinique et histologique, un cas typique de rage chez une lionne de huit mois. Il leur a été impossible de se renseigner sur la façon dont cette rage a pu être contractée.

BACTÉRIOLOGIE. — *René Zivy* (prés. par M. Bazy). **Sur un mode inédit de préparation des vaccins.**

L'auteur obtient une stérilisation complète en utilisant le froid. Mais comme les bactéries soumises à l'action du froid continu s'accoutument à leurs nouvelles conditions d'existence, vivent et se reproduisent aux plus basses températures, M. Zivy a cherché à détruire cette accoutumance en faisant subir à des cultures des gels et dégels successifs.

— *Marcel Leger* et *A. Baury* (prés. par M. F. Mesnil). **Porteurs sains de bacilles pesteux.**

Des sujets, jouissant d'une bonne santé apparente, en tout cas n'ayant présenté aucun trouble morbide ni avant ni pendant 28 jours d'observation, peuvent héberger dans leurs ganglions, indolores et non enflammés, des bacilles de Yersin. Ce ne sont pas des pesteux ambulatoires à *Pestis minor*. Ce sont vraiment des porteurs sains, impossibles à dépister cliniquement. Les bacilles isolés de leur suc ganglionnaire ont les réactions culturales de bacilles pesteux authentiques.

Encore plus que les pesteux ambulatoires, les porteurs sains de bacilles de Yersin échappent à la surveillance médicale même prolongée. Leur rôle doit cependant n'être pas nul dans le maintien de l'endémicité et aussi dans la dissémination à distance du mal.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Durée et simultanéité. — *A propos de la théorie d'Einstein,* par M. Henri Bergson, de l'Académie Française et de l'Académie des Sciences morales et politiques. In-12 de VIII-246 pages. Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris. — Prix: 8 francs.

Un des points fondamentaux de la doctrine d'Einstein consiste en ce que durée et simultanéité n'ont plus que des sens relatifs. Deux événements simulta-

nés pour un observateur situé sur la voie d'un chemin de fer ne le sont plus pour un autre observateur situé dans un train qui se déplace sur la voie. La durée d'un phénomène déterminé n'est pas la même pour les deux observateurs. Le temps se ralentit dans le système en mouvement, il se ralentit d'autant plus que le mouvement est plus rapide.

Supposez, explique M. Langevin, un voyageur enfermé dans un projectile qui serait lancé de la terre avec une vitesse inférieure d'un vingt-millième environ à celle de la lumière, rencontrerait une étoile et serait renvoyé à la terre avec la même vitesse. Ayant vieilli par exemple de deux ans quand il sortira son projectile, le voyageur trouvera que c'est de deux cents ans qu'a vieilli notre globe.

Cette conséquence de la doctrine d'Einstein est apparue à beaucoup comme contraire au sens commun. A cela certains savants répondaient, non sans quelque légèreté, et en oubliant un peu trop les préceptes de Descartes, que le sens commun ne devait pas intervenir en science. Pour notre part, cette réplique ne nous a jamais convaincu et nous pensions que ces conséquences fantasmagoriques, qui symbolisaient par trop, aux yeux du grand public, la doctrine relativiste, devaient tenir à une équivoque.

C'est ce qu'établit M. Bergson avec une lumineuse clarté. Ecrit de ce style magique qui enchante et qui entraîne, agrémenté de comparaisons heureuses qui aident à comprendre les points particulièrement délicats, le livre *Durée et simultanéité*, marquera une date capitale dans l'histoire de la théorie relativiste. Souhaitons qu'il arrête le nombre véritablement inquiétant des vulgarisateurs et des savants qui se croient de profonds philosophes et qui inondent la littérature scientifique de leurs conceptions sur l'espace et le temps.

M. Bergson expose tout d'abord avec une très grande clarté l'expérience de Michelson-Morley pour l'interprétation de laquelle Lorentz et Einstein ont conlcu à une contraction de l'étendue et à un ralentissement du temps dans les systèmes en mouvement. Il analyse, terme par terme, les formules de Lorentz et cherche à quelle réalité concrète, à quelle chose perçue ou perceptible, correspond chacun d'eux.

Cette analyse minutieuse lui permet de dégager les caractères du temps et de mettre en évidence le rôle qu'il joue dans les calculs du physicien. Et, conclusion véritablement surprenante, elle confirme et complète la théorie de la durée autrefois proposée par M. Bergson.

On sait que M. Bergson a considéré la durée comme un fait essentiellement psychologique, une donnée immédiate de la conscience. Mais nous mesurons le temps (qui n'est pas mesurable en soi) par sa projection sur l'espace. Un projectile accomplit son trajet en un certain temps et décrit une ligne dans l'espace : pour mesurer le temps nous mesurons la ligne ; nous créons ainsi, suivant l'expression de M. Bergson, le temps spatialisé. Mais c'est le temps vécu et conscient qui est seul du temps réel : l'autre n'est qu'un symbole.

Au temps du sens commun, qui peut toujours être converti en durée psychologique et qui se trouve ainsi être réel par définition, la théorie de la relativité substitue un temps qui ne peut être converti en durée psychologique qu'à l'intérieur d'un système immobile. Dans tous les autres cas, ce temps ne peut pas correspondre à une durée psychologique nouvelle, puisqu'il continue à occuper cette même durée. Considérons deux systèmes S et en S′ se déplaçant l'un par rapport à l'autre. Dans l'hypothèse de la Relativité aucun des systèmes n'est privilégié ; ils doivent être tenus, pendant qu'on les considère, pour strictement interchangeables, si l'on a commencé par faire de l'un le duplicata de l'autre. Mais alors les observateurs situés en S et en S′ peuvent être amenés par notre pensée à coïncider comme deux figures égales qu'on superposerait. Ils vivent exactement la même durée, des deux systèmes ont ainsi le même Temps réel.

Les temps dilatés et disloqués, qui s'introduisent dans la théorie de la Relativité, apparaissent comme des temps auxiliaires, intercalés par la pensée du physicien entre le point de départ du calcul, qui est le Temps réel, et le point d'arrivée, qui est ce même Temps réel encore. Dans celui-ci l'on a pris les mesures sur lesquelles on opère ; à celui-ci s'appliquent les résultats de l'opération. Les autres sont des intermédiaires entre l'énoncé et la solution du problème. La pluralité des Temps « loin d'exclure l'unité du Temps réel la présuppose. Le paradoxe commence quand on affirme que tous ces Temps sont des réalités, c'est-à-dire des choses qu'on perçoit ou qu'on pourrait percevoir, qu'on vit ou qu'on pourrait vivre » (p. 240). Là est l'origine de bien des conceptions étranges qu'on présentait comme des conséquences inéluctables de la théorie relativiste. Les physiciens sont vivement reconnaissants à M. Bergson de la leur avoir signalée.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Introduction à la géométrie non-euclidienne, par A. Mac Leod, docteur en Sciences physiques et Mathématiques (Gand). In-8° de 433 pages, avec une planche. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ainsi qu'il est bien connu, les postulats qui sont à la base de l'édifice euclidien ont été subdivisés par Hilbert en cinq groupes, de caractères bien distincts. En laissant tomber le postulat des parallèles, qui forme, à lui seul, le 4° groupe, on obtient un système d'axiomes compatibles entre eux, et à partir desquels on peut développer, par voie déductive, une géométrie dite *générale*. C'est précisément cette doctrine que l'on trouvera exposée, avec élégance et clarté, dans l'ouvrage de M. Mac Leod. L'auteur suppose simplement que son lecteur est initié aux éléments de la géométrie analytique (courbes et surfaces du second ordre) et de l'analyse infinitésimale. Son ouvrage est donc facilement accessible et pourra être lu avec fruit par la grande majorité de nos étudiants.

G. Bouligand.

Précis d'arithmétique, par J. Pomée, capitaine d'artillerie, licencié ès-sciences mathématiques. In-8° de 62 pages, Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Sans crainte d'être contredit, je puis affirmer que l'arithmétique est la branche des mathématiques la plus difficile à enseigner. Mais je remarque aussi que, nulle part ailleurs, les exposés des divers auteurs n'ont entre eux de liens de parenté plus étroits. Le caractère de consécration définitive, acquis par cette science, se réflète justement dans la manière commune à beaucoup de gens d'en exprimer les vérités. Il n'y a rien qui ressemble au cours d'arithmé-

tique de tel ou tel professeur comme le cours de tel ou tel autre !

A notre avis, le grand mérite de l'ouvrage actuel est de s'être affranchi de ces formes hiératiques, et d'être parvenu à exprimer, clairement et indépendamment d'elles, les propositions qui sont indispensables à la formation de l'élève, et en même temps, de nature à éveiller sa curiosité. De la numération et de la théorie des opérations, l'auteur ne retient que ce qu'il y a d'essentiel, et s'efforce surtout d'en rattacher les notions à des idées concrètes : cela fait quatre pages en tout et pour tout. Il en suffit de deux pour les caractères de divisibilité et la preuve par 9. Une telle concision est idéale, lorsqu'elle s'exerce sans préjudice de la rigueur ; or cette dernière est ici parfaitement sauvegardée. Je ne puis examiner en détail toutes les parties de cet intéressant ouvrage. Je désire seulement faire remarquer qu'il constitue une excellente introduction à l'étude de la théorie des nombres, à laquelle l'auteur a consacré un chapitre spécial.

Je ne doute pas que M. Poirée ne réconcilie avec l'arithmétique beaucoup d'élèves, qu'il ne suggère aussi à quelques maîtres l'idée d'en donner un enseignement plus facilement supportable. G. Bouligand.

Leçons élémentaires sur la gravitation d'après la **théorie d'Einstein**. par M. E.-M. Lémeray, Un vol in-16 de 98 pages, Gauthier Villars et Cie, éditeurs, 55 Quai des Grands Augustins, Paris. 1921, Prix, broché : 7 francs.

Ces leçons, qui sont la reproduction d'un cours libre professé par l'auteur à la Faculté des Sciences de Marseille pendant le 4e semestre 1920, complètent l'ouvrage antérieurement publié sur *le Principe de Relativité*.

L'auteur s'est borné à une partie très réduite des nouvelles théories et a laissé de côté, en particulier, la relativité généralisée. Il en donne cependant l'essentiel sous une forme simple, claire et précise.

Dans le premier Chapitre il rappelle les propositions d'Analyse, de Géométrie et de Mécanique nécessaires pour la suite. Le Chapitre II contient un résumé de notions plus directement liées à la relativité : univers de Minkowski ; relativité dans le cas des mouvements relatifs uniformes des systèmes de référence. Le Chapitre III, le plus étendu, constitue la partie vraiment nouvelle ; il contient le développement de la théorie et son application à l'explication de l'anomalie constatée dans le mouvement du périhélie de Mercure, au calcul de la déviation du rayon lumineux dans un champ de gravitation, au déplacement des raies spectrales dans ce champ.

Cet intéressant ouvrage rendra de très grands services à ceux qui veulent connaître, d'une façon précise, les grandes lignes des théories de la relativité sans l'emploi du « Calcul différentiel absolu » dont le maniement est quelque peu délicat. A. Bc.

La résistance de l'air et l'expérience : Les conséquences, par M. L. Jacob, Ingénieur général de l'Artillerie Navale. Deux vol, in-12 de 316 et 272 pages, chacun avec 83 figures. (Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Dr Toulouse). G. Doin, éditeur, 8, Place de l'Odéon, Paris.

Ouvrage intéressant et utile qui expose clairement nos connaissances théoriques et expérimentales sur la résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui y sont plongés. L'auteur s'est limité au cas de solides de révolution ou de cylindres indéfinis se déplaçant avec une vitesse constante dans la direction de leur axe de symétrie pour les premiers, et normalement à leurs génératrices pour les seconds. Ces solides, pour lesquels l'étude théorique du mouvement est plus simple, sont également les seuls sur lesquels on ait fait des expériences suivies aux grandes vitesses.

L'auteur expose d'abord les résultats expérimentaux. Il rappelle ensuite les formules de l'hydrodynamique et les applique à l'étude théorique de la résistance. Il insiste, comme il convient, sur les conséquences pratiques des formules qu'il établit et allie judicieusement la théorie à la technique.

Le seul regret que nous formulerons c'est que l'auteur, si admirablement documenté, n'ait pas cru devoir faire profiter le lecteur de sa documentation et ait complètement négligé la bibliographie. Surtout pour les données expérimentales, il peut être parfois intéressant de consulter les mémoires originaux. A. Bc.

A la Gloire de la Terre. *Souvenirs d'un Géologue*, par Pierre Termier de l'Académie des Sciences. In-16 de 360 pages (Bibliothèque française de Philosophie). — Nouvelle Librairie Nationale, Paris. — Prix : 15 francs.

Le livre que vient de publier M. Pierre Termier sous le titre *A la Gloire de la Terre* réunit un série de conférences, allocutions et notices de l'éminent Académicien. L'ensemble forme un exposé à la fois scientifique et philosophique.

L'ouvrage débute par un discours sur *les Sciences de la Terre* prononcé en 1907. L'auteur y exhale, non seulement l'intérêt passionnant, mais aussi le charme qui se dégage de l'étude de la Minéralogie et de la Géologie ; il fait revivre les figures des deux Maîtres qui professaient ces Sciences à l'Ecole Nationale des Mines lorsqu'il y était élève : Mallard, qui « avait résolu sa vie dans l'étude de la structure des cristaux » et de Chancourtois « un idéologue passionné, un cerveau toujours en ébullition ». L'éloge d'*Hippolyte Lachat* (1889-1901) nous ramène en quelque sorte aux âges héroïques de la Géologie alpine, où métamorphisme et recouvrements étaient vivement contestés par Charles Lory.

Dans sa conférence de 1907 intitulé *La synthèse géologique des Alpes*, le Directeur du Service Géologique de France insiste tout particulièrement sur le rôle joué par le « traîneau » dinarique s'avançant vers le nord en écrasant les plis couchés qui se transforment en nappes de charriage, depuis l'Ubaye, l'Embrumais et le Briançonnais, par la Suisse, jusqu'à l'Ortler, l'Engadine et l'Oetzal. Une autre conférence, faite en 1911, envisage *les Problèmes de la Géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale*. A l'est et au sud, sous les Altaïdes corso-sardes, s'enfonce le faisceau de l'Apennin et de l'Atlas, lui-même coincé en sous-œuvre par les Dinarides, qui n'ont pu ici, comme plus au nord, passer sur l'obstacle. A l'ouest et au nord de ces mêmes Altaïdes, se dresse le faisceau des Alpes, effondrées entre Nice et les Baléares, reparaissant dans cet archipel et au-delà en bordure méridionale de la Meseta espagnole ; plus loin, se dessine enfin le faisceau de la Provence et des Pyrénées encore couché au nord.

L'Atlantide, telle que nous la présente l'auteur dans sa belle conférence de 1912, n'est plus la légende ténébreuse des écrits de Platon, mais une réalité scientifique basée sur toute une série de données géologiques, en particulier sur l'observation d'un épanche-

ment de lave vitreuse reconnu par 1.700 brasses entre Brest et l'Amérique, par le travers des Açores : c'est donc de 3.000 mètres, que s'est récemment enfoncée l'Atlantide dans ces régions.

L'impression profonde ressentie par les auditeurs lors de la lecture de l'éloge de *Marcel Bertrand* (1847-1907), par M. Pierre Termier, est encore présente à la mémoire de tous les membres de la Société Géologique de France. Les termes dans lesquels l'auteur définit le rôle joué par son prédécesseur, dans l'étude de l'Afrique du Nord, s'appliquent en quelque sorte à toute l'œuvre du Maître de la tectonique française : « L'intervention fortuite et momentanée de Marcel Bertrand dans la Géologie de cette contrée, a été le signal du renouvellement presque complet des idées que l'on s'en était faites. »

Dans un toast *A la Géologie*, lors du XII[e] Congrès international, l'auteur nous rappelle que « la Géologie est la sœur du Temps ; c'est elle qui sait le secret, inimaginable, de l'apparition de la Vie ; c'est elle qui écrira, de sa main tranquille, la dernière page de l'histoire de l'Humanité ». Les excursions géologiques de cette importante réunion scientifique, ont fourni à M. Pierre Termier, l'occasion de comparer la tectonique des Cordillères à celle des Alpes : les précieux enseignements qu'il en a tirés pour l'interprétation de l'orogénie des Montagnes Rocheuses, sont exposées en détail dans une conférence qu'il fit en 1913 sur *le Congrès international du Canada*. Mais à côté des questions techniques, le grand fait social de la persistante vitalité à travers les siècles de la vieille colonie française de Québec et de Montréal, encerclée par le flot envahisseur des Anglo-Saxons, est, pour le voyageur qui observe, un sujet de profonde réfléxion ; on en retrouve l'écho dans les phrases écrites *Sur l'esplanade de Québec*, où l'auteur met dans la bouche d'un Canadien ces mots magiques : « La France est toujours pour nous la vieille patrie que l'on ne peut pas oublier ».

Eduard Suess (1831-1914) « était regardé par tous les géologues et par tous les géographes comme le Maître dont l'autorité est souveraine et l'intuition presque infaillible ». Ces quelques mots du début de la notice consacrée à l'éminent Professeur de Vienne par son collègue de Paris peignent bien l'impression qui se dégageait de la grande figure de l'auteur de *Das Antlitz der Erde*. Dans l'*Epilogue de la Face de la Terre*, M. Pierre Termier retrace les grands traits de l'histoire de la Géologie générale de 1882, année où parut le 1[er] volume de l'édition allemande, à 1918, moment où sort des presses le sixième fascicule français. Commentant les dernières pages de l'œuvre fondamentale d'Eduard Suess, le savant Professeur de l'Ecole Nationale des Mines, voit dans « la Géologie de demain, celle qui pénétrera dans les Profondeurs, qui éclairera quelques-uns des mystères de la Vie, qui résoudra, pour toujours, le problème des montagnes vagabondes et des régions stables »...

Au cours de sa conférence de 1919, sur *Les grandes énigmes de la Géologie*, les Plissements de la surface, les Volcans, le Sel, les Effondrements, le Métamorphisme, la Vie et la Durée, en un mot tous les grands problèmes soulevés par les récents progrès de notre Science, sont discutés méthodiquement et, si les questions posées ne reçoivent pas toujours une solution, du moins l'état actuel de nos connaissances y est-il exactement fixé en un langage clair et précis. *Les Océans à travers les Ages* forment le thème d'une conférence faite en 1920, où est vigoureusement brossé le tableau des oscillations subies au cours des périodes géologiques par la masse liquide qui entoure d'une sphère discontinue notre globe. Enfin une dernière méditation sur *Le Temps*, écrite au retour d'une visite aux fameuses peintures de la caverne d'Altamira, compare, en une saisissante vision, les Temps préhistoriques, les Temps géologiques et les Temps cosmiques sous le rapport de la Durée : « la méditation sur le Temps, familière au géologue, le prédispose à devenir un philosophe ». Cette phrase, par laquelle débute le dernier paragraphe, synthétise l'esprit général du livre.

Un intense sentiment de Poésie émane de ces belles pages, dans lesquelles vibrent l'admiration et l'attachement qu'a voué à la Nature un grand savant et un profond penseur. Bien des vocations s'éveilleront encore à la lecture de ce captivant ouvrage, où s'affirme le puissant attrait de la vie du Géologue interrogeant sans relâche la Montagne et la Mer.

L. Joleaud.

Les Algues marines des côtes de France (*Manche et Océan*, par E. Wuitner (*Encyclopédie pratique du naturaliste*. Tome VII). 1 vol. in-16 relié de CXIII-127 pages avec 137 figures et 112 planches dont 96 en couleurs. Paul Lechevalier, 12, rue de Tournon, Paris (6[e]). — Prix : 15 francs.

Depuis que l'ouvrage de Hariot est épuisé, les amateurs d'algues ne disposaient d'aucun livre pour les guider dans leurs récoltes ou leurs déterminations ; aussi accueilleront-ils avec plaisir ce nouveau volume de l'Encyclopédie pratique du naturaliste dans lequel ils trouveront tous les renseignements théoriques et pratiques dont ils pourront avoir besoin.

Les planches coloriées de ce petit manuel d'algologie marine avaient été choisies par C.-L. Gatin, mort au champ d'honneur à Verdun, en 1916. C'est se savant qui avait établi le plan de l'ouvrage dont la publication n'aurait pas été possible si un spécialiste des herborisations algologiques tel que M. Wuitner n'avait accepté d'en rédiger le texte, en s'aidant des conseils d'éminents algologues comme le Dr J. Châlon et le regretté André Malard.

La première partie de ce texte est consacrée à la récolte des algues marines ; la seconde à leur étude, à leur classification et à la détermination, à l'aide de bons tableaux dichotomiques, des espèces et des genres énumérés dans l'ouvage. La troisième partie donne d'intéressantes indications sur l'utilisation des algues marines dans le monde entier. Enfin, l'auteur a eu l'heureuse idée d'établir un vocabulaire suffisamment complet des termes scientifiques, une liste des laboratoires maritimes de France et un index bibliographique des plus utiles ouvrages d'algologie marine.

L'illustration est constituée d'une part par les 96 planches coloriées choisies par C.-L. Gatin. Chaque espèce figurée y est accompagnée de sa diagnose, de sa synonymie et de toutes les indications utiles relatives à son habitat, voire même à ses usages. Les planches en couleurs sont complétées par 16 planches en noir de Laminaires et Fucacées dessinées par M. Wuitner qui est également l'auteur des 116 dessins illustrant les tableaux analytiques

A. Berthelot.

Carnac. *Fouilles faites dans la région,* par Z. Le Rouzic et M. et Mme Saint-Just Péquart. In-16 de 32 pages avec 20 figures, Berger-Levrault, éditeur, Paris et Nancy.

Le très intéressant opuscule que publient les auteurs est le journal de leur campagne de fouilles de 1921, comprenant : le Tumulus de Limouzen, l'Allée couverte du Net, les Dolmens de Saint-Adrien et de Kourégan.

Ces fouilles exécutées avec une méthode vraiment remarquable viennent de nouveau corroborer l'opinion exprimée jadis pour la première fois par M. Le Rouzic que les sépultures de l'époque des mégalithes ne sont pas, au moins dans cette région, antérieures à la connaissance du métal. En effet, en l'absence de métaux dans les monuments qui font l'objet de ce travail, nous sommes par contre en présence d'une céramique caractéristique de l'âge de Bronze, à son début.

Les auteurs ont pris de nombreuses photographies des monuments au fur et à mesure de leur dégagement. (On peut regretter la déplorable idée qu'a eue un touriste de s'intercaler maladroitement entre l'objectif et la chambre de l'allée couverte du Net. qui se trouve ainsi en partie dérobée à la vue). Enfin des plans soigneusement cotés fournissent une documentation précieuse qui fait généralement défaut dans les publications de cet ordre. L. Franchet.

La Science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains, par Marcel Boll, agrégé, docteur ès-sciences. (*Les questions actuelles*). In-8° de 250 pages Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

L'auteur a réuni dans ce volume quelques essais de philosophie scientifique parus récemment, après les avoir remaniés, pour présenter un tableau des idées générales dirigeant actuellement l'immense majorité des savants et un groupe important de philosophes. De là les trois parties : Philosophie positive, Science, Affectivisme ou Philosophie. Il s'éloigne de la dialectique rationaliste et d'un progressivisme mystique qui seraient, celle-là périmée, celui-ci en passe de le devenir. Intellectualisme, expérimentalisme, scientisme, il poursuit l'extension du positivisme d'Auguste Comte s'opposant dès lors aux constructions subjectives de ce philosophe durant la dernière partie de sa vie.

Louis Batcave.

Manuel du tanneur, mégissier, corroyeur, par P. Huc. In-18 raisin de 402 pages avec 162 fig. (*Bibliothèque professionnelle.*) Baillière, édit., Paris. — Prix: 12 fr.

« Bon gré, mal gré, le tanneur est obligé de faire de la chimie tout le long de son existence, sinon il est obligé de faire de l'empirisme à outrance, au détriment de ses intérêts. » C'est ainsi que l'auteur caractérise la situation exacte du tanneur, et c'est sur ce plan qu'il a rédigé son ouvrage. Quelques pages du début cherchent à initier le profane à la chimie, mais à la fin de l'ouvrage, un chapitre important (150 pages) donne toute la technique de laboratoire pour le chimiste de la tannerie : essais de tannage, de coloration, etc. La partie réservée aux colorants en tannerie y est très développée. La technologie de la tannerie, au courant des dernières découvertes tient une large place ; elle est en outre, abondamment illustrée.

Dans tout cet ouvrage touchant essentiellement la technique pratique des métiers envisagés et l'étude chimique des problèmes multiples que l'on y rencontre, l'auteur se révèle incontestablement un spécialiste sachant coordonner admirablement l'étude d'ordre scientifique et la pratique. Ce petit ouvrage sera capable de rendre dans beaucoup de cas, beaucoup plus de services que certains gros traités classiques déjà moins au courant. L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Eug. Rignano. — La Memoria biologica. Saggi di una nuova concezione filosofica della vita. In-8 de 249 pages. Zanichelli, editore, Bologna. — Prix : 17 lires 50.

Edward-E. Price. — Atomic form with special reference to the Configuration of the Carbon Atom. In-16 de 140 pages. Longmans, Green et C°, éditeurs, London. — Prix : 5 sh.

Carleton Rhea. — British Basidio-mycetae. A handbook to the larger british fungi. In-8 de xii, 800 pages. Cambridge University Press. Clay, Fetter Lane, éditeurs, London. — Prix : 30 sh.

P. Drosne. — Le beau, le mauvais temps et la relativité. In-16 de 64 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 3 fr. 50.

Dr H. Sulblé. — Quelques charlatans célèbres au xviie siècle. In-8 de 142 pages et 10 planches. Marqueste, éditeur, Toulouse.

Ch. Lalo. — La beauté et l'instinct sexuel. In-16 de 190 pages. (*Bibliothèque de culture générale*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

P.-F. Bretonneau. — Traités de la Dothinentérie et de la Spécificité, publiés pour la première fois d'après les manuscrits originaux avec un avant-propos et des notes par le Dr Louis Dubreuil-Chambardel. In-8 de 356 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

R. Lecoq. — Les Maladies par carence. In-8 de 158 pages. avec 50 figures et 35 graphiques. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

L.-H. Dejust. — Examen critique de l'Homœopathie (Un chapitre d'Histoire de la Médecine). In-8 de 94 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Dr R. Allendy — Les Tempéraments. Essai sur une théorie physiologique des tempéraments et de leurs diathèses avec applications pratiques à l'hygiène et à la thérapeutique. In-8 de 352 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

M. Dalloni. — La Géologie du pétrole et la recherche des gisements pétrolifères en Algérie. In-8 de 324 pages avec 48 figures et 1 carte J. Carbonel, éditeur, Alger. — Prix : 12 francs.

M. Kraïtchik. — Théorie des Nombres. In-8 de 230 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

A.-E. Kennelli. — Les applications élémentaires des fonctions hyperboliques à la science de l'ingénieur électricien. In-8 de 154 pages et 31 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

A.-N. Whitehead. — The principle of relativity with applications to physical science. In-8 de 190 pages. Cambridge University Press. — Prix : 10 sh. 6 p.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 22 — 60e ANNÉE — 25 NOVEMBRE 1922

L'ALIMENTATION DES ENFANTS DANS LES ÉCOLES AU PLEIN AIR

Les Ecoles au plein air se proposent de fortifier la santé des enfants débiles non seulement par une bonne aération mais aussi par une bonne alimentation. L'organisation du régime dans ces écoles offre donc un intérêt majeur. Elle doit remplir un double but : 1° fournir aux enfants des aliments de bonne qualité en quantité convenable pour reconstituer leur organisme appauvri; 2° leur imposer une bonne hygiène alimentaire et réformer les habitudes vicieuses que les parents leur ont trop souvent données. L'éducation alimentaire des enfants aura pour contre-coup de faire, par l'exemple, l'éducation des parents.

Quand on examine la nourriture que les enfants reçoivent dans leur famille, on se rend compte que, si un certain nombre ont reçu une alimentation défectueuse par suite de la pauvreté de leurs parents, beaucoup d'autres la doivent aux préjugés, à l'ignorance ou aux vices qui règnent dans les familles de travailleurs. Les médecins scolaires, les directrices d'écoles communales, les inspecteurs de cantines scolaires signalent tous cette utilisation mauvaise des ressources familiales : on voit, dans les milieux pauvres, des enfants apporter dans leur panier des friandises ou des boissons réputées toniques dont le prix dépasse celui d'un bon repas ; dans certaines régions de la France, c'est le café, le vin, l'eau-de-vie même, qu'on tente d'introduire à l'école.

D'ailleurs il en est de même dans tous les pays. La directrice de la fondation Mac Cormick, œuvre qui est à la tête de l'organisation des écoles en plein air de Chicago, nous écrit que les défauts d'alimentation observés chez les écoliers américains ont plus souvent pour cause l'ignorance que la pauvreté, et qu'elle va s'efforcer de les combattre par un enseignement ménager alimentaire et culinaire. Nous pensons aussi que la meilleure manière de lutter contre ces erreurs fatales à la santé des petits, c'est d'instruire les parents, et de leur donner en exemple les régimes convenables institués dans les écoles en plein air.

***

Il faudrait donc que les écoles donnassent le bon exemple. Malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi. La formule célèbre de Grancher : « double ration d'air, double ration d'aliments, demi-ration de travail », qui a présidé à l'organisation des écoles au plein air, pour avoir été prise trop à la lettre, est quelque peu responsable des erreurs de l'alimentation. Elle a été énoncée à une époque où les médecins croyaient trouver dans la suralimentation le remède de la tuberculose et cherchaient plus à obtenir un gros poids et une belle mine qu'une vigueur et une santé réelles. Avec cette suralimentation, dont on a reconnu aujourd'hui l'inefficacité et le danger, on arrivait à produire des petits obèses, soufflés et sans forces, ou bien des en-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

fants bouffis, apathiques, dyspeptiques, entéritiques, des enfants à gros ventre ayant une dilatation de l'estomac ou des côlons.

L'école en plein air de Vinay, la première qui fut fondée en France, nous offre un exemple de cette suralimentation dangereuse ; voici, d'après le rapport du Dr Vigne, le régime imposé aux enfants de six à treize ans.

Il comprend six copieux repas par jour :

1° A 8 h. : Soupe au chocolat ou café au lait;
2° 10 h. : Lait avec pain ou œufs;
3° 12 h. : Viande, légumes, fromages ou confitures ou fruits. Vin : 120 cm³; ,
(Jeudi et dimanche, sardines en plus.)
4° 4 h. : Lait avec pain ou chocolat sec;
5° 7 h. : Soupe, légumes, fromage, confitures ou fruit. Vin : 120 cm³;

La quantité des aliments quotidiens est la suivante :

Lait : 900 cm³;
Viande (pesée crue) : 150 à 200 gr.
Œufs : 1.
Pain : 400 gr.
Pâtes alimentaires ou riz : 50 gr.
Légumes secs : 14 centil.
Légumes verts : 25 centil.
Fromage : 15 gr.
Confiture : 25 gr.
Beurre : ?
Vin : 250 cm³.

Si l'on évalue en calories cette ration quotidienne, on voit qu'elle atteint à près de 3.500 calories, c'est-à-dire environ le double de ce qui est nécessaire à des enfants de l'âge que nous avons dit.

La même suralimentation est réalisée dans une autre école au plein air, celle de Bostaal-Wood, en Angleterre. Outre un premier petit déjeuner pris chez lui avant de se rendre à l'école, où il doit arriver à 7 heures du matin, outre le dîner qu'il prendra également chez lui en rentrant, vers 8 h. du soir, l'enfant absorbe à l'école quatre repas : à 9 heures, à 12 h. 30, à 3 h. 30 et à 5 heures, c'est-à-dire en somme six repas par jour. La composition des repas de l'école montre qu'ils sont loin d'être négligeables.

Dans certaines écoles d'Amérique, à Boston et à Chicago, nous voyons aussi qu'entre 8 h. 45 et 3 h. 30 on fait faire trois copieux repas aux enfants; que ceux-ci boivent autant de lait non écrémé qu'ils le désirent et qu'ils prennent au moins une tasse de lait à chaque repas.

Ces exemples de suralimentation montrent combien la question du régime dans les écoles au plein air a besoin d'être étudiée si l'on veut que ces écoles répondent au but hygiénique et éducatif qu'on leur propose.

D'ailleurs, on s'est aperçu déjà des inconvénients de l'alimentation surabondante. Au Plessis-Robinson, le Dr Méry, qui en a constaté les méfaits, a réformé les régimes, et aujourd'hui l'école donne, sous la direction du Dr Pepy, d'excellents résultats.

Comme exemple d'une bonne organisation, nous donnerons celui de l'école de Fontaine-Bouillant, fondée en 1918, près de Chartres, par le Dr Méry et remarquablement dirigée par Mlle Chauveau et par le Dr Vaillant. L'école fut d'abord destinée à abriter 40 fillettes de six à treize ans pendant la belle saison ; devenue, par la suite, permanente, elle recueille aujourd'hui 25 enfants durant l'hiver.

Voici ce que la directrice écrivait dans son rapport, en octobre 1918, sur la première année de fonctionnement de l'école : « Malgré les difficultés du ravitaillement, malgré les restrictions de cette période angoissante entre toutes, nous avons pu bien nourrir notre monde. Nous avons obéi aux principes suivants : donner, à des heures aussi régulières que possible, des repas ayant chaque jour la même valeur nutritive; bien combiner les menus afin d'éviter l'excès autant que l'insuffisance des produits azotés ; éviter les sauces compliquées et épicées; présenter des mets simples mais bien préparés avec des produits d'excellente qualité ; enfin, accoutumer les enfants à manger lentement en mastiquant bien les aliments, prolonger volontairement le temps des repas, et les faire suivre d'abord d'un court repos, puis d'occupations ou de jeux tranquilles n'exigeant que peu de mouvement. »

Les enfants reçoivent 4 repas par jour : Petit déjeuner : pain, 150 grammes, avec 400 grammes de lait; Déjeuner : 1° soupe aux pâtes ou farines; 2° viande (3 fois par semaine seulement, environ 70 à 80 grammes non cuite, soit 240 grammes par semaine), remplacée les autres jours par des œufs, (3 ou 4 dans la semaine, suivant qu'il y a ou non du poisson le samedi; 3° un plat de légumes comme on verra à l'exposé des menus; 4° enfin, un dessert (fromage blanc, fruits cuits ou crus, ou confitures, ou gâteaux de ménage; 5° boisson : eau pure, coco ou cidre.

Goûter : 100 à 150 grammes de pain avec 6 à 8 grammes de chocolat sec, 1 timbale de lait.

Dîner : soupe aux pâtes ou farines, légumes cuits, dessert, comme à midi.

Au total, nous écrit Mlle Foucteau, qui a continué les traditions de la fondatrice de Fontaine-Bouillant, les rations quotidiennes s'établissent ainsi en moyenne (pouvant légèrement varier, bien entendu, suivant l'âge des enfants, et suivant la saison) :

Lait : 3/4 de litre par jour(ration réduite chez les enfants à tendance entéritique) ; employé pour une part dans la confection des aliments, soupes, purées, entremets, etc.

Pain : 400 grammes par jour.

Farines de céréales, semoule, porridge, pour supplémenter le pain dans les soupes ou les entremets (2 à 3 cuillerées par enfant).

Pommes de terre (600 gr. par jour), ou légumes secs de remplacement (2 à 3 cuillerées), ou légumes verts tendres (presque à volonté, pour faciliter l'exonération intestinale).

Viande : 70 à 80 grammes (pesée crue), 3 fois par semaine (on ne donne guère plus de 40 grammes de viande au-dessous de 8 ans).

Œufs : 3 ou 4 par semaine, suivant le menu du Samedi.

Fruits crus ou cuits (quelques-uns), ou confitures (2 cuillerées), ou petit fromage blanc, ou crème, ou gâteau.

La ration quotidienne résumée peut être évaluée de la façon suivante :

Lait	750 cm³	=	500 calories
Pain	400 gr.	=	1.000 —
Farines ou pâtes.....	20 gr.	=	64 —
Pommes de terre ..... remplacées à équivalence par d'autres légumes.	600 gr.	=	500 —
Légumes herbacés.....	250 gr.	=	75 —
Viande..... remplacée à équivalence par œufs ou poissons.	70 gr.	=	165 —
Confitures ..... remplacées à équivalence par fromage frais, pâtisserie.	20 gr.	=	50 —
Chocolat	5 gr.	=	25 —
Graisses	10 gr. env.	=	75 —
			2.454 calories

Voici maintenant le type des menus d'une semaine que nous devons à l'obligeante communication du Dr Vaillant et de Mlle Foucteau :

REPAS DU MATIN

Lait fraîchement trait (été).	400 gr.
— bouilli chaud (hiver)...	400 gr.
Pain.....	150 gr.

GOUTER

Pain	100 à 150 gr.
Chocolat sec.....	6 à 8 gr.
Une timbale de lait.	

Dimanche

MIDI	SOIR
Soupe : pain, poireaux, pommes de terre.	Soupe à l'oignon avec vermicelle ou pommes de terre.
Veau ou gigot de mouton rôti.	Coquillettes au fromage ou à la tomate ou au lait.
Riz au gras.	Fromage blanc.
Crème au chocolat : Maïzena, chocolat, lait.	Gâteaux secs.

Lundi

MIDI	SOIR
Soupe : choux, pommes de terre.	Soupe : poireaux, pommes de terre, crème de riz et d'avoine.
Œuf à la coque.	Riz au lait.
Pommes de terre et choux.	Pommes ou confitures de pommes ; ou à défaut : amandes, noix, fruits oléagineux.
Figues.	

Mardi

MIDI	SOIR
Soupe : carottes, pommes de terre.	Soupe : pommes de terre, poireaux, avoine.
Haricots secs mêlés haricots verts ou avec salades crues.	Purée de pommes de terre.
Rôti de bœuf.	Fromage blanc.
Fruits (frais si possible).	

Mercredi

MIDI	SOIR
Soupe : poireaux, pommes de terre.	Soupe à l'oignon, pommes de terre, vermicelle.
Pommes de terre et carottes.	Lentilles et salade cuite.
Salade.	Pruneaux.
Œufs aux croûtons.	

Jeudi

MIDI	SOIR
Soupe aux choux, pommes de terre.	Soupe : poireaux, pommes de terre, crème orge et riz.
Bœuf mode.	Pommes de terre en robe de chambre.
Carottes.	Salade.
Fromage blanc.	Pruneaux.

Vendredi

MIDI	SOIR
Soupe : carottes, pommes de terre.	Soupe : pommes de terre poireaux, avoine.
Purée de pommes de terre.	Riz au lait.
Gâteaux aux œufs.	Pommes ou confitures de pommes ou pruneaux.

Samedi

MIDI	SOIR
Soupe : poireaux, pommes de terre.	Soupe à l'oignon, pommes de terre, vermicelle.
Œufs à la coque ou, en hiver, poisson frais.	Pommes de terre en robe de chambre.
Jardinière de légumes.	Salade.
Noisettes.	Fromage blanc.

Les résultats de la vie à Fontaine-Bouillant ont été appréciés par MM. Méry et Vaillant : « Ce que nous voulons dire surtout, ce sont les admirables résultats de l'aération au point de

vue du développement physique, et cela sans ration alimentaire excessive, sans aucune exagération de régime carné ou même azoté.

« Le critérium des résultats obtenus nous a été donné surtout par le poids ; mais l'augmentation de poids est venue comme conséquence naturelle du régime de vie sans qu'on l'ait recherchée spécialement. L'aspect général, l'attitude des enfants étaient très modifiés; si, à l'entrée, la saillie abdominale faisait contraste avec l'aplatissement du thorax, les rapports étaient renversés à la sortie. L'augmentation de poids n'était pas seulement due au seul développement de la graisse, car les muscles du thorax, des bras et de l'abdomen se dessinaient beaucoup plus nettement et la sangle abdominale devenait une réalité. »

Ainsi, on voit qu'une suralimentation excessive n'est nullement nécessaire pour obtenir de beaux enfants. Remarquons d'ailleurs que le régime de Fontaine-Bouillant, équivalant à 2.450 calories, n'est point un régime de famine, mais un régime plutôt fort, permettant à des enfants amaigris de refaire leurs muscles et leurs réserves de graisse.

On trouverait également un excellent exemple d'alimentation dans les écoles en plein air de Buenos-Aires. A l'école du parc Lezama, dirigée par le Dr Arata, les enfants prennent trois repas (petit déjeuner, déjeuner, goûter), composés de lait, de pain, de beurre, de viande, d'œufs, de légumineuses, de sucre, dont la valeur énergétique totale, reste inférieure à 2.000 calories. Complétée par le dîner pris dans la famille, cette alimentation représente environ 2.500 calories. En Suisse, les écoles en plein air et les écoles en forêt sont nombreuses, ainsi qu'il résulte du rapport présenté par le Dr d'Espine et le Dr Reh à l'Association des pédiatres en 1922, mais nous n'avons pu avoir que des indications générales sur la nourriture des enfants.

C'est encore sur les mêmes principes que sont institués les régimes dans des écoles telles que :

L'Ecole fondée par la Marquise et le Comte de la Borde et M. Fréd. Brunet, dirigée par la Doctoresse Houdré et par Mme Jouanne; L'Ecole de l'U. F. F., installée dans le bastion 42, sur les fortifications de Paris, sur les conseils du Dr Genevrier et sous la direction de Mlle Raoul. L'Ecole de la rue des Epinettes, dirigée par Mlle Poissonier et surveillée par le Dr Méry.

Toutefois, nous ne pouvons prendre pour exemple la nourriture qui y est donnée, parce que ces écoles sont des externats où les enfants, au lieu de prendre quatre repas, comme à Fontaine-Bouillant, prennent seulement le déjeuner et le goûter, tandis que le petit déjeuner et le dîner sont pris dans la famille.

*
* *

Ces exemples d'écoles au plein air et les expériences qui y ont été réalisées vont nous servir à établir les principes directeurs de l'alimentation pour les enfants de six à treize ans. Il nous faut étudier la nourriture au point de vue de sa quantité et de sa qualité.

On se trouve en présence d'opinions très diverses sur la quantité de nourriture et la somme de calories qui doivent être fournies aux enfants.

Les auteurs allemands qui ont les premiers étudié cette question, Forster, Kamerer, Uffelmann, Flugge, Sophie Hasse, Hildescheim indiquaient des chiffres très élevés. La même tendance à la suralimentation se retrouve dans une feuille d'instruction pour l'alimentation des enfants rédigée par Pœlchau et revue par le pédiatre Baginsky, que cite, en lui adressant des critiques, le Dr Ensch, professeur à la Faculté de Pédologie de Bruxelles.

Les Américains sont partagés. Les uns accordent aux enfants une alimentation très riche; c'est ainsi que Gephart, en 1916, estimait l'alimentation des jeunes écoliers à 5.000 calories en moyenne. G. Lusk, se fondant sur les études de Du Bois sur le métabolisme des enfants aux divers âges, établit la gradation suivante pour des enfants moyennement actifs :

Age	Taille	Poids	Calories par 24 heures	Calories par 1 kg. corps
ans	mètre	kilogs	calories	calories
6 —	1,07	16,5	2200	133
7 —	1,12	18,5	2300	124
8 —	1,17	20,»	2400	120
9 —	1,22	22,»	2500	113
10 —	1,27	24,»	2650	110
11 —	1,33	26,»	2750	105
12 —	1,37	30,»	2800	93
13 —	1,42	34,»	2850	83,6

Ce sont là des chiffres qui nous semblent encore exagérés; ils sont cependant le résultat de l'observation directe. Mais on sait aujourd'hui que le métabolisme est influencé par les habitudes alimentaires de l'individu; il est probable que les observations de Du Bois ont porté sur des enfants richement nourris; les chiffres obtenus sont la traduction de cette forte alimentation, ils ne sont point la mesure des besoins réels des enfants.

D'autres auteurs américains, comme Chittenden, considèrent que les besoins alimentaires des jeunes gens ont été estimés beaucoup trop haut, et prouvent qu'une alimentation plus modérée

n'empêche point la croissance et le développement musculaire.

Il y a eu en Amérique, au cours des vingt dernières années, deux courants très opposés : celui des médecins qui prônaient la suralimentation, et celui des médecins qui protestaient contre elle et par contradiction vantaient outre mesure le jeûne. La vérité se tient entre les deux extrêmes.

Les auteurs français, comme Maurel, puis Butte, Nobécourt, M. Labbé, reconnaissent aux enfants des besoins moins considérables. Le régime qui a été préconisé par les médecins scolaires est fondé sur des données raisonnables. Cependant, il y a aussi chez nous des dissidents. C'est ainsi que J. Renault et Mme C. de Tannenberg se sont efforcés de justifier des régimes beaucoup plus riches, mais ils ne réussissent point à nous convaincre. Leurs données ne sont pas le résultat de l'expérimentation ; ils se sont contentés d'ériger en loi le régime des enfants livrés à eux-mêmes qu'ils observaient à l'annexe Grancher de l'hôpital Saint-Louis ; comme Herbert Spencer ils ne reconnaissent point de meilleure base d'appréciation que l'appétit de l'enfant; c'est simplement le régime du bon plaisir. Or, nous avons montré les erreurs auxquelles il conduit chez l'adulte, et nous croyons qu'il ne vaut pas mieux chez l'enfant.

Les observations que nous avons faites chez un certain nombre d'enfants nous ont conduits à admettre que la meilleure base alimentaire est celle qu'a donnée Maurel. Ses chiffres sont inférieur à ceux de J. Renault et C. de Tannenberg, dont ils représentent seulement les deux tiers ou les trois quarts.

Age	Taille	Poids	Albumine par kilogramme	Albumine du régime	Graisse par kilogramme	Hydrate de carbone par kilog.	Alcool par kilogramme	Calories par kilogramme	Calories totales
7 ans	1,10	18	1,75	31,50	2,50	7,50	0,10	58,5	1053
8 —	1,20	20	1,75	35,»»	2,»»	7 50	0,10	56,5	1130
10 —	1 25	25	1,75	41,75	2,»»	6,50	0,10	54,»	1350
12 —	1,40	30	1,75	52,50	1,50	7,»»	0,15	51,5	1545
14 —	1,50	40	1,75	70,»»	1,50	6,50	0,15	48,»	1720

Ajoutons seulement que les besoins ne sont pas identiques chez tous les enfants, qu'il y a parmi eux, comme parmi les adultes, des économes et des prodigues d'énergie, différences qui tiennent d'ailleurs le plus souvent aux habitudes alimentaires restreintes ou excessives qui leur ont été imposées, et que, par suite, il ne serait pas juste d'accorder à tous exactement le même régime minimum. Disons en outre que, s'il s'agit de prévoir l'alimentation dans une école, il est bon, en raison des déperditions inévitables d'aliments, aussi bien à la cuisine qu'à la salle à manger, de calculer une ration un peu supérieure à la ration théorique.

La question de la viande dans l'alimentation des enfants a fait l'objet de nombreuses discussions. Il y a des partisans du végétarisme, peu nombreux d'ailleurs quand il s'agit d'enfants de 6 à 13 ans; il y a l'opinion de Maurel qui n'accorde encore la viande que de loin en loin à des enfants de 7 ans et interdit jusqu'à 14 ans la viande de boucherie; il y a l'opinion de Marfan, de A. Gautier et de la plupart des auteurs allemands qui ordonnent la viande dès le milieu de la seconde année de la vie.

C'est surtout à propos de l'alimentation des collégiens que la quantité de viande a été discutée. Le Gendre, en 1906, écrivait : « la viande doit être donnée avec parcimonie jusqu'à dix ou onze ans ; à partir de ce moment, il faut en élever assez rapidement les quantités. Les moyennes de viande cuite parée et désossée, sont par jour : de 7 à 11 ans, 100 à 120 gr.; de 11 à 16 ans, 120 à 160 gr.: au-dessus de 15 ans, 200 gr. et plus. »

On voit déjà combien les opinions sont diverses; on s'en aperçoit bien si l'on résume en un tableau les doses de viande (comptées en viande crue) recommandées pour les enfants de 6 à 13 ans qui nous intéressent ici :

	Par jour	
Maurel	0 gr.	130 gr.
Ecole Fontaine-Bouillant	23 »	46 »
Aman, école de Cempuis	60 »	90 »
J. Renault	60 »	190 »
Le Gendre	130 »	180 »
Ecole de Vinay	150 »	200 »

Les données les plus intéressantes sont celles qui résultent d'une expérience prolongée dans les écoles au plein air. Nous y voyons que les enfants de Fontaine-Bouillant se développent fort bien avec une petite dose maximum de 40 grammes de viande par jour, inférieure à celle que Aman accordait aux écoliers de Cempuis.

A Vinay et dans les écoles anglaises, la dose est trois à quatre fois plus élevée, 150 à 200 grammes par jour. Il est possible que les enfants vivant en plein air supportent bien cette dose de viande; mais si elle n'est pas indispensable il nous semble qu'il est préférable, tant au point de vue de la santé des enfants que de l'économie budgétaire, d'en rester à des doses plus faibles. Sans être aussi mesuré que Maurel, nous admettrons donc que la quantité de viande optima doit être de 70 à 130 grammes par jour.

Nous savons en effet, aujourd'hui, que si les excès de viande sont dangereux, surtout chez les enfants, et peuvent amener des affections du tube digestif et des maladies de la nutrition, telles que l'entérite, l'appendicite, les troubles fonctionnels du foie, la goutte, etc., la privation de viande offre aussi ses inconvénients. La viande est l'aliment le meilleur pour la constitution des albumines tissulaires, elle est donc nécessaire pour les sujets en période de croissance. Les diverses viandes ont à peu près la même valeur; il faut savoir seulement que la viande de poisson est généralement un peu moins nourrissante que la viande de boucherie, en sorte qu'on doit en élever légèrement la dose.

Au sujet des œufs, il règne aussi des avis très divers. On considérait autrefois, et à juste titre, l'œuf comme un excellent aliment pour la période de croissance, mais aujourd'hui, impressionnés par quelques faits retentissants d'intolérance pour les œufs, beaucoup de médecins les redoutent dans l'alimentation des enfants. Il y a là une mode regrettable, dont on reviendra. Il nous semble qu'en règle générale les œufs doivent entrer dans le régime des écoles au plein air, parce que les œufs sont d'excellents succédanés de la viande et qu'ils fournissent, outre l'albumine et la graisse, des lécithines et même des vitamines qui jouent un rôle important dans la croissance.

Il est bien entendu que les œufs ne doivent pas être absorbés en excès, qu'une ingestion prolongée de deux œufs par jour est un maximum qu'on ne doit point dépasser dans un régime physiologique, sous peine de produire un état d'irritabilité du système nerveux, que les œufs doivent être surveillés et rejetés immédiatement s'ils présentent le moindre indice d'altération, et que, s'ils sont mal tolérés, on ne doit pas craindre de les exclure du régime, car pour être très utiles, ils ne sont point indispensables. Les œufs peuvent être consommés sous des formes très variées; on peut même les gober à l'état cru : ainsi les vitamines du jaune ont toute leur activité; mais le blanc est moins digestible.

Pour le lait aussi, il y a une mesure à garder. Certes, il est l'aliment par excellence des enfants et des adolescents, puisqu'il contient à peu près toutes les substances indispensables et dans les proportions convenables; mais ce n'est point une raison pour en abuser, comme on a tendance à le faire à l'école de Vinay, où la dose quotidienne est de 90 centilitres, et surtout à l'école anglaise où le lait est donné à discrétion.

L'abus du lait dans un régime mixte, déjà riche par ailleurs, conduit à la suralimentation et à la maladie.

Il ne faut pas non plus craindre le lait, comme certains médecins qui le considèrent comme un ennemi de l'intestin. Le lait n'est mauvais que pour ceux qui en abusent et pour quelques sujets exceptionnels offrant une intolérance spéciale à son égard; encore ne faut-il pas confondre ceux qui n'aiment pas le lait et ceux qui ne le tolèrent point.

Le lait peut être donné sous des formes très diverses, cuit ou cru; quand on est sûr de son origine on peut le donner cru; il offre alors l'avantage d'apporter les vitamines utiles pour la croissance.

Les produits dérivés du lait, les fromages blancs, les laits caillés, le kéfri, le yohourt, et même les fromages secs comme le Gruyère, le Hollande, le la Trappe, etc., sont excellents, pourvu qu'on n'en fasse point abus, car ce sont des aliments très azotés. Seuls, les fromages forts, tels que le Roquefort, le Camembert et le Brie, très fermentés, doivent être proscrits du régime des écoles en plein air.

Le beurre, autre produit dérivé du lait, joue un rôle important dans l'alimentation; non seulement il est doué, comme toutes les graisses, d'un grand pouvoir calorifique, mais il apporte des vitamines utiles à la croissance, qu'on ne trouverait ni dans l'huile d'olives ni dans la végétaline. Le beurre cru est, de toutes façons, préférable au beurre cuit. C'est à la privation de graisses et probablement à la privation des vitamines, que contiennent les graisses animales, mais non les graisses végétales, que l'on tend à attribuer la dénutrition grave des enfants et des adolescents, soumis à un régime insuffisant, à un régime de famine, comme on en a vu dans les provinces françaises occupées par les Allemands au cours de la guerre. Quelques bonnes tartines de beurre ou de graisse d'oie sont donc recommandables. Mais, quels que soient les avantages du beurre, on ne doit point en abuser; pour celui qui boit du lait frais non écrémé le beurre n'est même pas indispensable; pour assaisonner les mets, on peut le remplacer par toute autre graisse animale, sauf la graisse de porc qui est dépourvue de vitamines.

Les légumineuses représentent une source d'albumine importante, ce qui leur permet en quelque sorte de remplacer la viande, à condition que la cuisson soit parfaite et que les légumes soient bien mâchés ou écrasés en purée.

Les légumes farineux ou tubercules (pommes

de terre, carottes, navets, crosnes, etc.) sont d'excellents aliments, riches en amidon, pauvres en albumine: ils ne remplacent point la viande; bien au contraire, ils en sont, pour ainsi dire, l'antidote, car ils alcalinisent l'organisme que la viande acidifie.

Les légumes verts et les salades, peu nourrissants, sont utiles par les minéraux reconstituants et alcalinisants qu'ils fournissent, et par la cellulose qui donne du volume aux fèces et empêche la constipation. Lorsqu'on n'en prend pas en excès, nous ne voyons pas qu'il y ait lieu de les redouter pour l'intestin des jeunes enfants comme le faisait Maurel. Ils sont excellents dans les soupes.

Les céréales sont consommées chez nous surtout sous forme de pain. Il y a grand avantage à introduire aussi dans le régime des écoles en plein air des céréales sous forme de bouillies ou d'entremets. La bouillie d'avoine qui constitue le porridge des Ecossais, la bouillie de maïs qui fait la pölenta des Italiens et la mazamorra des Argentins, la bouillie de riz qui forme le fond de l'alimentation en Extrême-Orient, doivent entrer dans le programme diététique des enfants et des adolescents. Lorsque les aliments sont préparés avec des grains complets, non décortiqués, ils sont beaucoup plus avantageux que lorsqu'ils sont faits de farines fines, fortement blutées, car l'écorce des céréales contient des matières nutritives très importantes et des vitamines indispensables à la croissance.

Le pain est, chez nous, l'aliment par excellence, et c'est, quoi qu'on en ait dit, un excellent aliment. Mais ce n'est point une raison pour le donner à trop haute dose, comme on le fait dans certaines écoles où le pain est à discrétion. En effet, l'abus du pain conduit les individus à estomac tolérant à l'obésité, et les intolérants à la dyspepsie, à la dilatation atomique de l'estomac, à l'entérite. D'autre part, on a beaucoup médit du pain : certains médecins y ont vu la cause de toutes les dyspepsies ; d'autres ont accusé le pain blanc de ruiner la santé de l'homme en ne lui apportant pas les substances nécessaires à la vie et à la croissance des tissus; c'est une grande exagération. Il faut seulement régler l'usage du pain et apprendre aux enfants à en manger une quantité convenable. La dose de 300 à 400 grammes par jour est celle qu'ont adoptée la plupart des écoles.

Les fruits sucrés sont d'utiles aliments qui offrent, en outre du sucre et des sels minéraux, des principes antiscorbutiques appréciables. Cuits, en marmelades, compotes ou confitures, ils acquièrent une plus grande valeur nutritive.

Les fruits oléagineux, tels que les amandes, noix, noisettes, sont des aliments riches mais aussi un peu lourds à digérer; on ne doit pas en abuser.

Les entremets sucrés, les pâtisseries, tels que puddings, tartes, crèmes, sont aussi des mets d'une grande valeur au point de vue calorifique comme au point de vue hygiénique.

Pour ce qui est des boissons, il n'y en a qu'une indispensable, c'est l'eau. On peut la donner pure ou sous la forme d'infusions, de décoctions de céréales, ou encore additionnée de jus de fruits, de jus de citron, de malt ou de bière.

Les boissons alcooliques, fortes, eau-de-vie, vin, la bière, le cidre, ne sont pas utiles; mais elles peuvent être accordées en petites quantités aux enfants au-dessus de dix ans; un décilitre de vin par jour ne peut pas faire de mal. Il faut seulement en proscrire sévèrement l'abus.

Les boissons alcooliques fortes, eau-de-vie, rhum, eau-de-vie de cidre, etc., seront formellement interdites.

C'est le rôle de l'infirmière scolaire ou de la maîtresse d'école d'empêcher les enfants qui apportent dans leur panier du vin en excès ou des topettes d'eau-de-vie, de consommer ces boissons; c'est leur devoir aussi d'avertir les parents du danger de telles pratiques.

*
* *

Ce que nous avons cherché à montrer dans cette étude, c'est l'importance de la mesure dans l'hygiène. Il faut se garder à la fois des excès et des insuffisances alimentaires. Un régime ne doit être fondé ni sur des raisons sentimentales, ni sur l'appétit des enfants, mais sur les notions scientifiques d'ordre expérimental que nous possédons aujourd'hui sur les besoins alimentaires des enfants de 6 à 13.

Pour y parvenir, il est logique que l'organisation de la diététique soit confiée à des médecins instruits de ces questions, comme le sont les médecins scolaires. Ceux-ci surveilleront l'application des principes au cours de leurs inspections, mais cela ne suffit pas. La surveillance doit être constante, le choix des menus doit être fait par des personnes compétentes qui savent calculer la valeur des repas; la préparation des mets doit être faite suivant les principes d'une saine hygiène culinaire. Ce rôle de direction et de surveillance devra être confié à des femmes ayant reçu

une instruction spéciale, telles que les infirmières scolaires.

Celles-ci auront aussi pour rôle de diriger les repas des enfants, de leur apprendre la propreté, le lavage des mains avant les repas, la bonne mastication des mets, la déglutition convenable des boissons. A cette éducation alimentaire, elles pourraient encore, pour le plus grand profit des enfants, joindre un enseignement ménager théorique et pratique, grâce auquel les petites filles, devenues des mères de famille, pourront à leur tour élever sainement leurs enfants. Ainsi, l'école en plein air aura réalisé tout le bien qu'on peut en attendre pour la génération présente et pour les générations à venir.

Dr Marcel LABBÉ.
Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,
et Dr Louis CHAUVOIS.

LA MONNAIE : PROPRIÉTÉS ET PRÉPARATION DES ALLIAGES (1)

Dans le précédent article, nous avons vu que les monnaies devaient être constituées par des alliages de poids et de composition bien définis et ayant une valeur commerciale voisine de celle qui y est inscrite. Comment peut-on obtenir de tels alliages?

Les métaux employés à la fabrication des monnaies doivent être aussi purs que possible. La présence de traces d'arsenic et surtout de tellure ou de bismuth suffit pour rendre les alliages cassants, ce qui donne un déchet considérable au laminage et à la frappe. Aussi, l'or et l'argent parfaitement affinés, le cuivre électrolytique étaient-ils seuls admis dans un hôtel des monnaies, après vérification. Depuis la guerre, une fabrication intensive de monnaie divisionnaire nous a obligés à confier à l'industrie privée la préparation des alliages nécessaires à cette monnaie; mais nous fournissons nous-mêmes, aux usines agréées, le cuivre, le nickel, l'aluminium nécessaires à ces fabrications, après en avoir soigneusement vérifié la pureté.

Le procédé le plus généralement adopté pour la fabrication des alliages est la coulée. Les métaux, soigneusement pesés, sont fondus dans de grands creusets chauffés, soit dans des fours à coke, soit mieux dans des fours à gaz pauvre, tels que ceux que l'on emploie à Londres. Ils sont brassés avec grand soin; on analyse une goutte de la masse liquide et quand celle-ci a la composition voulue, on la coule en barre.

Il est déjà assez difficile d'obtenir dans la masse liquide du creuset une homogénéité parfaite. Les constituants de l'alliage ont tendance à se séparer par ordre de densité; de plus, à cause même de la densité élevée du métal le brassage est difficile: on obtient de bons résultats en mettant dans chaque creuset des déchets d'alliage provenant d'une opération précédente, des cisailles, comme l'on dit, qui, étant plus fusibles, servent de dissolvant aux métaux neufs et assurent l'homogénéité de la masse.

Généralement, l'analyse de la masse fondue ne donne pas les résultats qu'eût fait prévoir la proportion des métaux mis en œuvre. S'il s'agit d'un alliage d'or et de cuivre, ce dernier disparaît en partie par oxydation pendant la fusion, et l'alliage est trop riche. S'il s'agit d'un alliage cuivre argent, l'argent se volatilise notablement une fois fondu. Dans un cas comme dans l'autre, il importe donc que la fusion soit de courte durée, et dès que l'analyse révèle que le liquide a la composition voulue, il doit être coulé. Les barres sont alors démoulées, puis nous allons les analyser à nouveau en divers points. S'il s'agit de l'alliage or-cuivre, elles se montrent parfaitement homogènes; au contraire, s'il s'agit de l'alliage cuivre-argent, les barres ont des compositions variables en leurs divers points, bien que l'homogénéité de la masse liquide soit hors de doute.

C'est donc pendant le refroidissement que cette masse s'est séparée en plusieurs constituants dont les moins fusibles se déposent les premiers, les plus fusibles restant au centre de la masse. Seul un alliage eutectique échapperait à une telle séparation, sa masse serait homogène en tous ses points.

Ce phénomène est connu depuis 1823 sous le nom de liquation. Des difficultés s'étaient élevées dans le commerce des métaux précieux, relatives à de fortes inégalités de titre reconnues par les essayeurs du commerce sur des matières d'argent à bas titre On crut d'abord à une fraude, le centre du lingot étant moins riche que l'extérieur, et des expériences de contrôle furent faites sous la direction de Darcet par Levol, essayeur à la Monnaie de Paris.

Il fut reconnu que les lingots d'alliage ar-

(1) Voir *Revue Scientifique*, nº du 11 novembre 1922.

gent-cuivre présentaient toujours des différences de titre entre l'intérieur et l'extérieur, d'autant plus grandes que les lingots étaient plus volumineux ; d'autre part, dans les lingots à titre élevé, les parties les plus riches étaient à l'intérieur, tandis qu'elles étaient à l'extérieur dans les lingots à bas titre.

Levol prépara alors une série d'alliages correspondant aux diverses combinaisons atomiques possibles entre le cuivre et l'argent, les coula en lingots de mêmes dimensions et en analysa les diverses parties. Le tableau suivant reproduit, avec la composition de l'alliage en fusion, les titres extrêmes rencontrés en divers points du lingot.

Formule	Titre de la goutte	Titres extrêmes	Ecart
Ag. Cu	773,15	770 —783	13
Ag. Cu^2	631.9	619 —634	15
Ag^4 Cu^3	693,7	693 —693	0
Ag^2 Cu^3	694.10	693,8—696	2,2
Ag^3 Cu^5	672,9	671,9—673	1,1
Ag^3 Cu^4	718,3	717 —718	1
	720,9	721 —721	0
Ag^2 Cu	873	881 —872	9
	947	946 —950	4
	948	947 —950	3
	901	898 —907	9
	903	899 —909	10
Barre de coulée....	903	897 —901	4

On voit que Levol avait reconnu la constance de l'alliage eutectique qui est précisément à 720; seulement, guidé par les idées théoriques du moment, il voulut le considérer comme un composé défini. Il lui a manqué les données de la métallographie pour tirer les conclusions exactes de son expérience si intéressante.

Levol étudia d'autres alliages au point de vue de leur liquation : le système or-argent se montra constant à toute teneur comme le montrent les chiffres suivants.

Intér.	Extér.	Ecarts
645 —	645	0
480 —	480	0
312 —	312	0

au contraire l'alliage argent-plomb présenta des écarts considérables.

Formule	Composition	Teneurs extrêmes	Ecarts maxima
Ag^{10} Pb.....	914	908 – 915	7
Ag^6 Pb.....	862	851 – 866	15
Ag^5 Pb.....	840	817 – 859	22
Ag^3 Pb.....	676	670 – 720	50
Ag Pb.....	516,6	511 – 577	66
Ag Pb^2	347	340 – 349	9
Ag Pb^3	262	255 – 267	12
Ag Pb^4	206	201 – 207	7
Ag Pb^{15}	67	63 – 73	10
Ag Pb^{100}	10	10 – 10	0

Ainsi donc cet alliage se liquate beaucoup plus même que le système argent-cuivre; l'eutectique doit être de 350 à 400 d'argent. Il est regrettable que cette partie de la courbe n'ait fait l'objet d'aucune étude approfondie.

Dans l'étude de cet alliage, Levol a encore fait une constatation fort curieuse. Il fit couler l'alliage à 65 d'argent dans un tube en U, maintint l'alliage fondu 1 heure 1/2 sans agitation, et après refroidissement analysa les diverses parties. Les titres allèrent en décroissant d'une façon continue depuis le haut jusqu'en bas.

101 – 77 – 78 – 26 – – 26 – 68 – 84 – 63

Ici les métaux s'étaient en partie séparés par ordre de densité.

Quelles applications allons-nous faire à l'art monétaire des notions qui précèdent?

De la dernière expérience nous conclurons : que les métaux doivent être maintenus le moins longtemps possible fondus; qu'un brassage énergique doit précéder immédiatement la coulée, enfin que la forme des lingotières doit avoir une importance sur l'homogénéité du métal. Ainsi, pendant la dernière guerre, la Monnaie confia à l'industrie privée la fabrication d'une partie des flancs d'argent qu'elle devait produire en quantité inaccoutumée. Or ces usines, bien qu'habituées au travail des métaux précieux, ne purent arriver à obtenir des alliages homogènes qu'à condition d'adopter des lingotières coulant des barres étroites identiques à celles qu'une longue expérience nous avait montré convenir à la fabrication des flans monétaires.

Au contraire, l'alliage cuivre-or ne se liquate pas et peut être coulé sans précaution spéciale.

La fusion ignée est-elle le seul procédé qui permette d'obtenir des alliages? Il y a une vingtaine d'années, un chimiste de Liège, Walther Spring, dans un travail qui a fait époque, a annoncé que la pression pouvait à elle seule amener la combinaison de corps solides en poudres mélangées. Le fait était connu pour les corps gazeux, et les procédés récents de synthèse de l'ammoniaque ne sont que des applications de ce principe, mais dans le cas des poudres solides, il était nouveau et fut fortement contesté. Dans le cas des alliages, pour démontrer qu'il n'y a pas simple juxtaposition des grains, mais formation d'une véritable combinaison, Spring a comprimé sous des pressions variant de 7 à 20 mille atmosphères un mélange de 15 p. de bismuth, 8 p. de plomb, 4 p. d'étain et 3 p. de cadmium ; il a obtenu un bloc d'alliage, iden-

tique à l'alliage de Wood et fondant comme lui à 65°. Dans des conditions analogues, il a pu obtenir l'alliage de Rose, fusible à 95°.

En réalité, ce mode de fabrication des alliages se rapproche singulièrement du précédent : il est à remarquer que les alliages étudiés par Spring ont des points de fusion remarquablement bas, et, d'après mes souvenirs personnels Spring n'avait pu obtenir le laiton par ce procédé. Or, on sait que le point de fusion des corps solides s'abaisse par la pression. On peut donc admettre que sous l'action de ces énormes pressions, le point de fusion des alliages est descendu jusqu'à la température ambiante, qui, elle-même avait subi un léger accroissement, tant du fait de la compression que de la combinaison des métaux en présence. Dès lors le mode de préparation des alliages par compression est encore un procédé par fusion comme dans le cas de la fusion ignée.

L'expérience suivante, due à Spring, montre le bien fondé de cette hypothèse. Il plaça dans le compresseur à la surface des poudres, une petite bille de platine. Après la compression, il la retrouva au fond. Il avait donc fallu que la masse fut liquide pour que la bille de platine pût la traverser.

Quoi qu'il en soit, il serait intéressant de reprendre ces expériences avec des moyens plus puissants et d'en soumettre les produits à nos méthodes d'investigation modernes pour déterminer si ces alliages sont identiques à ceux obtenus pas fusion ignée.

Tout récemment, on a cherché à obtenir les alliages par voie électrolytique, en déposant simultanément les deux métaux composant l'alliage. La Cie de Dives, notamment, a reproduit des tubes de laiton par le procédé Elmore, en électrolysant en un milieu spécial un mélange de sel de cuivre et de sel de zinc.

Je vous présente un morceau de ce laiton. Il est d'abord à remarquer qu'il est cassant, que sa dureté (202) est bien supérieure à celle du laiton (162) même très écroui. J'ai fait l'étude de ce prétendu alliage, et les photographies que je vous présente, montrent qu'il se compose de couches superposées de cuivre et de zinc, et ne présente aucunement les cristaux si caractéristiques du laiton. Un recuit de longue durée semble combiner ces métaux, en tous cas, la métallographie ne décèle plus leur superposition.

Ces deux procédés d'obtention des alliages, peut-être fort intéressants pour l'avenir, ne sont donc pas encore susceptibles d'être utilisés dans la pratique courante.

Revenons maintenant aux barres d'alliage sorties des lingotières. Leur composition est soigneusement vérifiée, et on refond celles qui sont en dehors des tolérances légales, puis on les passe un grand nombre de fois entre les rouleaux du laminoir pour les amener à une épaisseur rigoureusement connue.

Le métal, écrasé entre les cylindres du laminoir, s'allonge, devient plus homogène, mais en même temps, acquiert des propriétés nouvelles. Ses coefficients mécaniques changent, notamment sa dureté augmente. On dit que le métal est *écroui*

Inversement, le chauffage du métal, écroui à une température convenable, le ramène à son état initial. C'est l'opération de *recuit*.

L'écrouissage et le recuit sont les deux facteurs les plus importants du travail des métaux et nous allons avoir à nous en occuper à chaque phase de la fabrication des monnaies ; nous allons donc en faire une étude spéciale.

L'écrouissage est, comme bien des choses ici-bas, facile à constater, mais difficile à définir d'une façon précise. La seule définition qui ait cherché à l'exprimer par un nombre se rapportait au laminage, à savoir le rapport des longueurs d'une même barre avant et après laminage ne conduit à aucune application pratique.

La propriété la plus saillante que prend le métal écroui étant une augmentation de dureté, j'ai proposé de définir l'écrouissage : le rapport des duretés entre le métal considéré et le même complètement recuit. Cette définition offre l'avantage de permettre la mesure de l'écrouissage sur un échantillon quelconque de métal sans avoir besoin de connaître son état antérieur. Nous verrons du reste plus loin que les deux définitions ne conduisent pas du tout à des chiffres concordants.

Toutes les mesures de l'écrouissage étant ramenées à des mesures de duretés, il importait de mesurer celles-ci avec la plus grande précsion possible.

Brinnel a proposé de mesurer la dureté en enfonçant sous une pression connue, dans le métal à examiner, une bille d'acier supposée indéformable, puis en déterminant le diamètre de la calotte sphérique creusée dans le métal. On écrit alors que la pression exercée est maintenue en équilibre par la durée multipliée par la surface de cette calotte sphérique. Brinnel, qui avait surtout en vue le fer et l'acier, avait adopté des pressions de 500 à 3.000 kilogs avec une

bille de 10 m/m. La dureté ou nombre de Brinnel est donc $\frac{P}{S}$

En réalité la mesure de la dureté sous de telles pressions comporte une grosse cause d'erreur. Sous la forte pression exercée par la bille, le métal s'écrouit partiellement, en sorte que l'état d'équilibre final se rapporte, non au métal initial, mais à celui-ci déjà écroui partiellement par l'action de la bille.

Les métaux monétaires étant des métaux relativement mous, j'ai cherché à diminuer cette cause d'erreur en employant des pressions faibles qui écrouissent moins le métal. Il devient alors nécessaire de se servir de billes plus petites. Après bien des tatonnements, je me suis arrêté à une pression de 30 à 40 kilogs avec emploi d'une bille de 3 m/m.

La pression employée étant faible, il importait de la mesurer avec une grande exactitude. J'ai employé à cet effet une simple balance dont le plateau rigide portait en-dessous une châsse dans laquelle était encastrée la bille de 3 m/m.

Le plateau recevait des poids de 30 kilogs et était supporté au repos par 3 tiges fixes. La pièce à essayer, placée au-dessous de la bille, est soulevée lentement à l'aide d'un vérin. Elle supporte alors par l'intermédiaire de la bille, les 30 kilogs qui appuient dessus. Au bout de 1/2 minute, on obtient une empreinte parfaitement nette dont on mesure le diamètre avec un microscope muni d'un micromètre oculaire dont on a repéré la valeur des divisions. La détermination totale ne dure pas plus de 2 minutes. Les empreintes n'ont guère que 1 m/m 5 de diamètre. Il est donc facile de la multiplier sur une même pièce; on en prend la moyenne. Du reste avec un métal homogène, elles concordent à 1/50e près.

Brinnel avait lui-même signalé que les nombres de dureté d'un même métal déterminés avec des pressions et des billes différentes, étaient eux-mêmes différents, mais on n'avait jamais déterminé de duretés sous des pressions aussi faibles. Il importait donc de voir comment les nombres que j'obtenais concorderaient avec ceux donnés par les appareils ordinaires. Voici les résultats sur trois alliages.

	Pression 1000 kg. Bille 10m	Pression 30 kg. Bille 3m
Bronze Al 8 0/0.....	95	67
Nickel	80	60
Ag — Cu — 835.....	68	55

Les écarts sont considérables. Meyer, qui a observé des différences analogues, quoique plus faibles, les a attribuées à l'écrouissage que subit le métal au moment de l'enfonçage de la bille, on conçoit qu'il soit plus faible pour une pression de 30 kilogs que pour une de 1.000 kilog. Ce que l'on détermine alors, ce n'est pas la dureté du métal considéré, mais celle du métal écroui par la bille.

Un fait semble appuyer l'hypothèse de Meyer. Le plomb qui ne s'écrouit pas, m'a donné sensiblement les mêmes nombres pour la dureté prise dans les conditions les plus diverses.

Diamètres bille	Pressions en kilogs	Diamètres de l'empreinte	Duretés
18	200	8,2	3,9
18	300	9,3	4,2
18	400	10,5	4,5
18	500	11,5	4,5
18	600	12,2	4.
18	700	13,6	4,1
18	800	14,1	4,4
5	30	2,8	4,
3	20	2,2	4,1
3	10	1,6	4,4

J'ai alors cherché à placer un métal quelconque dans les conditions où se trouvait le plomb dans l'expérience précédente, c'est-à-dire à empêcher son écrouissage par la bille . J'ai donc, dans un métal recuit, enfoncé la bille, puis, après avoir mesuré l'empreinte, j'ai recuit le métal pour faire disparaître l'écrouissage que cette opération avait produit. J'ai enfoncé à nouveau la bille dans la même empreinte. Celle-ci s'est agrandie et écrouie à nouveau, mais moins que la première fois. J'ai répété les enfonçages et recuits successifs jusqu'à ce que le diamètre de l'empreinte ne varie plus.

D. Dureté sous 1000 kg.	*d*. Dureté sous 30 kg.	$\frac{D}{d}$
94	61	1,54
70	46	1,53
62	45	1,46
56	39	1,42
54	37	1,42
50	35	1,41
48	33	1,43
46	31	1,46
44	30	1,45
42	28	1,47
41	28	1,45
40	26	1,50
39	26	1,49
38	25	1,50
37	24	1,50
36	24	1,49
36	24	1,49
35	24	1,48

La même opération était effectuée deux fois sur le même morceau de métal, une fois sous la pression de 1.000 kilogs, une fois sous la pression de 30 kilogs. Le résultat d'une expérience sur le bronze d'aluminium est donné dans le tableau précédent.

Les résultats sont donc complètement différents de ceux obtenus avec le plomb (nous verrons tout à l'heure pourquoi); avec chaque bille, on obtient des duretés différentes, mais le rapport de ces nombres, au lieu de tendre vers l'unité, reste constant pour un même métal.

Les différents métaux que j'ai examinés m'ont fourni des résultats analogues. Le rapport des duretés déterminées avec deux appareils différents est constant pour un même métal, mais il varie d'un métal à un autre. Dans les conditions indiquées plus haut, il est 1,45 pour le bronze d'aluminium, 1,33 pour le nickel; 1,19 pour l'argent monétaire à 835; 1,02 pour l'or à 999; 1 pour le plomb.

On peut donc, une fois ce rapport connu, calculer des duretés que donnerait l'un des appareils, en se servant du nombre de dureté obtenu avec l'autre.

Une autre conséquence de ces faits est que les nombres de Brinnel pour les métaux recuits sont certainement beaucoup trop forts, puisqu'ils correspondent à la dureté d'un métal écroui par la bille. Ainsi, dans l'exemple choisi plus haut, on peut affirmer que la dureté du bronze d'aluminium recuit est inférieure à 24, tandis que l'expérience directe sous 1.000 kilogs a donné 94.

Nous avons vu que j'ai donné, comme définition de l'écrouissage d'un métal, le rapport des duretés du métal considéré et du même complètement recuit exprimé par la formule $E = \frac{D}{D^r}$

D et D^r étant déterminés par exemple sous 1.000 kilogs. Si nous avions déterminé les duretés sous 30 kilogs, E serait devenu $D \times K$ et D^r $D^r \times K$, K étant le même dans les deux cas. Ainsi l'écrouissage du même métal déterminé sous 30 kilogs serait

$$E = \frac{D \times K}{D^r \times K} = \frac{D}{D^r}$$

c'est-à-dire que l'écrouissage tel que je l'ai défini est indépendant de l'appareil avec lequel on le mesure. Le tableau ci-contre conforme cette loi.

Ainsi donc, les chiffres de dureté des 2 premières colonnes présentent des écarts considérables, tandis que les nombres d'écrouissage des 2 dernières sont comparables. Il importe du reste de remarquer que, dans la pratique, les appareils dont on se servira auront rarement entre eux des différences aussi grandes que celles que j'ai intentionnellement réalisées entre mes deux appareils.

	DURETÉS		ÉCROUISSAGE	
	30 kil.	1000 kil.	30 kil.	1000 kil.
Aluminium recuit	14	20,6	»	»
— écroui	26,1	39,1	1,87	1,99
— —	30,5	44,9	2,17	2,17
— —	21,3	30,3	1,48	1,46
Argent recuit	19,4	32,7	»	»
— écroui	45,8	75,2	2,35	2,30
— —	49,4	89,7	2,54	2,74
Bronze Al recuit	53,2	89,7	»	»
— écroui	67,4	77,1	1,25	1,17
Bronze Sn recuit	31,6	36,8	»	»
— écroui	35,7	45	1,15	1,22

J'ai tout d'abord examiné comment varient les diverses propriétés mécaniques d'un même métal soumis à des écrouissages différents. J'ai taillé dans un lingot d'argent des barres qui ont été recuites ensemble, puis soumises à un nombre variable de passes au laminage pour leur communiquer des écrouissages différents; enfin j'y ai taillé des éprouvettes de même section et j'ai mesuré leur dureté, leur charge de rupture et l'allongement (je ne parle pas de la limite élastique, trop imprécise dans ces conditions). Voici le résultat de l'expérience :

ARGENT

	Ecrouissage	Dureté	Charge de rupture en kilogs par mm^2	Allongement 0/0
Métal recuit	1	25	8,5	31
— écroui	1,12	28	8,8	30
— —	1,38	38	9,5	27
— —	1,80	45	14,4	12
— —	2,04	51	15	4
— —	2,44	66	22	6

On voit que, des trois constantes étudiées, la dureté est la seule qui accuse les écrouissages faibles. Elle varie d'une façon progressive tandis que la charge de rupture et surtout l'allongement varient brusquement quand l'écrouissage atteint une valeur déterminée. Cette remarque justifie le choix que j'ai fait de la dureté pour mesurer l'écrouissage.

Tous les moyens mécaniques employés dans le travail des métaux produisent à la fois la déformation du métal et son écrouissage, de là cette notion que ces deux actions sont liées l'une à l'autre.

Ainsi quand nous martelons, quand nous laminons ou que nous étirons un métal recuit, celui-ci s'écrouit. Les recherches suivantes vont encore une fois nous dissocier la déformation d'un métal d'avec son écrouissage.

Le passage à la filière écrouit très fortement les métaux : son action est double : le métal est comprimé dans la filière puis soumis à la traction en dehors de celle-ci. J'ai voulu voir la part qui revenait à ces deux actions dans l'étirage total.

J'ai donc pris des barres de métal découpées dans le même lingot, recuites ensemble, puis amenées à des écrouissages différents par des laminages successifs ; je les ai converties en éprouvettes de même section puis les ai étirées jusqu'à rupture.

Après celle-ci, j'ai déterminé à nouveau la dureté sur la partie rompue. La variation de la dureté représente l'écrouissage dû à l'étirage.

LAITON

	Duretés initiales	Charges de rupture	Allongements	Duretés après étirage	Augmentation de dureté
1	38	23,5	31	101	+ 63
2	58	28,3	25	104	+ 46
3	64	25	18	98	+ 34
4	81	28,1	6	98	+ 17
5	98	33,4	4	98	0
6	136	49	2	111	— 25

ALUMINIUM

	Duretés initiales	Charges de rupture	Allongements	Duretés après étirage	Augmentation de dureté
1	17	5,5	15	26	+ 9
2	22	5,5	15	27	+ 5
3	23	5,9	5	25	+ 2
4	25	7,6	4	26	— 1
5	30	10,7	3	29	+ 1
6	33	10,0	4	28	— 5
7	35	15,5	5	31	— 4

Ces tableaux sont fort instructifs ; ils nous montrent que l'étirage qui écrouit fortement le métal recuit, augmente d'autant moins l'écrouissage que celui-ci en avait un plus prononcé au début de l'expérience.

A partir d'une certaine valeur, l'étirage n'augmente plus la dureté et peut même la diminuer ; il adoucit le métal fortement écroui; il produit une sorte de recuit. Du reste, au seul aspect des barres ainsi traitées, on peut reconnaître si l'écrouissage a subi une augmentation ou une diminution à la traction. Les premières prennent une surface gaufrée, les secondes restent polies.

Ainsi la traction produit dans le métal un écrouissage bien déterminé qui se substitue à celui qui existait antérieurement, l'augmentant s'il était inférieur, mais le diminuant s'il était supérieur à cette limite.

Quelle est la nature de l'écrouissage? Atteint-elle la constitution chimique du métal ou bien modifie-t-elle seulement sa structure physique ?

Cette dernière hypothèse a été longtemps la seule admise ; on supposait que le métal écroui par compression avait ses mélocules plus serrées, plus rapprochées, que sa densité était plus grande. Des expériences précises dues à Tresca, à Walther Spring ont montré qu'il n'en était rien. Quand le métal est coulé avec soin, de façon à éviter à son intérieur toute bulle de gaz compressible, sa densité n'augmente pas par la compression; elle semble plutôt diminuer.

La métallographie ne nous a apporté aucun renseignement précis sur la nature intime de l'écrouissage. Les modifications profondes de celle-ci, telles que la fragmentation des cristaux du métal recuit se rapportent à la déformation qui accompagne l'écrouissage.

Les recherches suivantes semblent prouver que l'écrouissage serait d'ordre chimique, provoqué par une transformation isomérique du métal.

J'ai pu montrer, dans des recherches qu'il serait trop long de vous exposer ici, que l'or peut exister sous deux modifications isomériques, l'or A et l'or B. Ces deux variétés, dont la seconde cristallise en beaux octaèdres, diffèrent par la façon dont elles s'attaquent par les divers réactifs; elles présentent des coefficients magnétiques différents, ce qui permet de mesurer les teneurs respectives des deux variétés dans un échantillon donné.

Ces deux variétés sont stables à froid, mais quand on chauffe à 300° l'or B il se transforme en or A et la transformation, une fois commencée, continue même après refroidissement.

L'écrouissage de l'or par un moyen mécanique quelconque y fait naître une proportion d'or B d'autant plus grande que l'écrouissage a été plus poussé. Ainsi donc l'écrouissage de l'or nous apparaît comme une transformation de l'or en sa variété isomérique.

Une autre preuve, moins complète, de la nature chimique de l'écrouissage, nous est fournie par l'inégale attaque, par les divers réactifs, du même métal écroui ou recuit. Si on dispose ces deux lames métalliques dans un électrolyte, il se produit un courant. Le sens de celui-ci indique

le métal le plus attaquable qui est généralement le métal le plus écroui.

Enfin, j'ai déterminé les chaleurs de dissolution d'un même métal dans une solution acide. Elle a été trouvée différente pour le métal écroui et le même recuit. Ce dernier dégage plus de chaleur que le métal écroui.

Le rapport est 2,27 pour l'aluminium ($HgCl^2$), 7,3 pour le zinc (SO^4H^2).

Reprenons maintenant les barres à leur sortie de la lingotière. Elles sont irrégulières sur les bords, ce qui nécessite l'opération de l'ébarbage, puis elles sont soumises au laminage de façon à en réduire l'épaisseur.

Les barres coulées ont une épaisseur variable suivant les pièces auxquelles elles sont destinées; nous allons prendre comme exemple les pièces de 1 franc. Les pièces ont une épaisseur de 1 mm. 25, tandis que les barres qui lui correspondent ont à la sortie de la lingotière une épaisseur de 8 mm. 80; c'est donc une réduction de 7 fois environ que va devoir effectuer le laminoir. Celui-ci se compose de deux lourds cylindres de fonte ou d'acier tournant mécaniquement. Leur distance minimum peut être réglée au moyen d'une vis, mais en réalité le cylindre supér est mobile et peut se soulever, en sorte que c'est son poids seul qui agit et que la ductilité du métal règle seule la réduction d'épaisseur que donnera une passe au laminoir.

LAMINAGE DE L'ARGENT A 835 : ÉPAISSEUR 8, 80

Passes	Épaisseur à l'entrée	Réduction d'épaisseur
1	8,80	110
2	7,70	95
3	6,75	65
4	6,10	50
5	5,60	45
6	5,15	40
7	4,75	35
8	4,40	30
9	4,10	25
Recuit		
1	3,85	85
2	3,00	40
3	2,60	35
4	2,25	20
5	2,05	20
6	1,85	15
7	1,70	10
8	1,60	10
Recuit		
1	1,50	10
2	1,40	5
3	1,35	3
4	1,32	2
5	1,30	2
Finisseur	1,28	3

Vous voyez l'opération; quant aux réductions d'épaisseur, elles sont inscrites dans le tableau ci-contre.

Vous voyez la différence considérable effectuée pour chaque passe au laminoir. La première réduit de 1 mm. 10, tandis que la 8e effectuée avec le même instrument ne diminue plus l'épaisseur que de 0 mm. 25. C'est que le métal s'est écroui.

J'ai donc déterminé les duretés, et, par suite, les écrouissages, après chaque passe de laminoir

	ALLIAGE A 900		ALLIAGE A 835	
	Dureté	Écrouissage	Dureté	Écrouissage
Recuit complet	46,1	1,00	49,6	1,00
Lame de fonte	50,5	1,10	53,3	1,07
1er recuit	49,6	1,08	49,6	1,00
1er laminage	50,5	1,10	62,3	1,26
2e laminage	62,3	1,35	74,1	1,51
3e laminage	71,1	1,54	89,0	1,80
4e laminage	81,0	1,75	89,0	1,80
5e laminage	81,0	1,75	94,0	1:90
6e laminage	85,0	1,85	94,0	1,90
7e laminag e	94,0	2,04	94,0	1,90
8e laminage	98,0	2,11	98,3	1,99
			98,3	1,99
			53,3	1,07
2e recuit	50,5	1,10	74,1	1,51
1er laminage	81,0	1,75	89,0	1,80
2e laminage	86,0	1,8e	94,0	1,90
3e laminage	85,0	1,85	94,0	1,90
4e laminage	89,0	1,95	98,3	1,99
			57,7	1,17
3e recuit	49,6	1,08	77,0	1,55
1er laminage	55,5	1,21	81,0	1,68
2e laminage	57,7	1,26	85,0	1,72
3e laminage	65,2	1,40	57,7	
			62,3	1,26
			68'0	1,36
1er recuit	55'5	1,21	68,0	1,35
			68,0	1,36
			62,3	1,26
Après blanchiment	57,7	1,20	50,0	1,01
Après frappe	62,6	1,34	65,0	1,31

et le tableau ci-joint montre qu'à partir de la 4e passe, le métal est complètement écroui ; de fait, les écrouissages et les réductions d'épaisseur suivent deux courbes parallèles. Il est donc indispensable de recuire le métal pour pouvoir continuer le laminage.

Le recuit consiste à chauffer le métal à une température suffisante. Quelqu'élevée que soit celle-ci le recuit ne se produit pas instantanément. Dans une étude fort intéressante publiée en 1912, Kirk Rose a montré que, dans l'étude du recuit intervenaient deux facteurs : la température et le temps.

Il admet que ces deux facteurs peuvent se remplacer l'un l'autre et qu'à une température donnée, le recuit complet n'est qu'une question de durée suffisante. Il a examiné les divers alliages monétaires et déterminé les temps nécessaires pour obtenir leurs recuits complets aux différentes températures

Même à la température ordinaire, en 97 jours,

la dureté de l'étain laminé varia de 6 à 4,5, celle du cadmium de 19 à 14, celle du zinc de 36 à 31. Du reste Robert Austen avait déjà montré que des plaques d'or pur martelé, datant de 1477 et de 1560, présentaient des duretés bien inférieures à ce que devrait donner un tel travail mécanique.

Mes recherches me conduisent d'une façon générale aux même résultats, toutefois à chaque degré d'écrouissage correspond une température minimum de recuit, au-dessous de laquelle le chauffage, quelque prolongé qu'il soit, reste sans action.

Dans certains cas, cette température peut être au-dessous e la température ordinaire; aussi des fils de cuivre, d'argent ou de zinc, écrouis à leur maximum par le passage à la filière ont ils une charge de rupture qui diminue d'une façon très nette après quelques heures, c'est ce que M. H. Lechatelier a désigné sous le nom de recuit spontané. Inversement, il y a une température maximum au-dessus de laquelle le métal est incapable de s'écrouir.

Nous connaissons un métal pour lequel cette température maximum est inférieure à 0. C'est le plomb. Il est mou, se laisse enfoncer par le moindre choc sans réagir élastiquement, sans s'écrouir. L'expérience suivante montre qu'en réalité c'est parce qu'à la température ordinaire le plomb est déjà au-dessus de sa température de recuit maximum.

Si nous faisons une cloche avec du plomb, celle-ci ne rend qu'un son très sourd sous l'action de son battant. Plongeons la dans de l'air liquide, de façon à la refroidir de 100° au-dessous de 0° et frappons-là de nouveau avec son battant. Elle rend un son clair analogue à celui de l'argent. A cette température inférieure à celle du recuit maximum, le plomb devient donc susceptible de s'écrouir.

Pour étudier le recuit, j'ai préparé, comme précédemment, une série de barres d'un même métal portées à des écrouissages différents, et j'ai déterminé pour chacune d'elles la température à laquelle commence le recuit.

Ainsi pour l'argent pur les températures sont :

Dureté	Commencement du recuit au-dessus de 550°
60,5	
77,5	535°
98,2	325°
115	285°

Le temps a aussi une influence marquée sur la température minima de recuit. Ainsi une lame d'argent de dureté 74, 1 est restée sans changement à la température de 100° pendant 42 heures. A la 50e heure, la dureté est tombée à 68 et à la 98e heure à 62,3.

Une autre lame, de dureté 81, chauffée dans la vapeur de toluène (111), était tombée à 68 au bout de 14 heures et à 57,7 au bout de 77 heures. On voit donc que le recuit peut commencer à température relativement basse.

Le recuit complet est aussi fonction de la température et de la durée du recuit mais il est indépendant de l'écrouissage initial. Il semblerait même que le recuit complet marche plus rapidement sur un métal fortement écroui que sur un autre qui l'est moins. Voici quelques exemples se rapportant à une même lame d'aluminium.

Durées de recuit	Recuit à 200		Recuit à 250		Recuit à 300	
	Duretés	Ecrouissage	Duretés	Ecrouissage	Duretés	Ecrouissage
0	38,8		38.8		38,8	
1	38,8		37,2		19,4	
2	37		29 8		19,4	
3	34,3		26,5		»	
4	»		»		»	
5	26,5		24,2		»	
6	26,5		»		»	
7	26,5		24,2		19,4	

Ainsi donc, la température de recuit complet de l'aluminium est comprise entre 250 et 300°; il semble que pour les températures de 200 et 250° il y ait un recuit qui ne peut être dépassé, même par un chauffage prolongé.

Ces notions sont importantes à connaître, un recuit mal dirigé pouvant être la source de nombreuses difficultés. Si la température est trop élevée, et trop prolongée, le métal cristallisé devient cassant : on dit qu'il est brûlé.

Quand il s'agit des alliages monétaires qui renferment du cuivre, celui-ci peut s'oxyder et l'alliage augmente de titre. Pour le protéger contre l'action de l'air, on a l'habitude de l'enfermer dans des cassettes sous une couche de charbon en poudre. A son tour celui-ci peut présenter des inconvénients. L'alliage Cu-Ni à 25 % qui sert actuellement à faire les monnaies divisionnaires françaises se lamine bien et s'écrouit relativement peu. Lorsque l'on le recuit, il devient cassant et ne perd cette propriété ni par un nouvel écrouissage, ni même par la fusion. Il s'agit donc d'une modification profonde de l'alliage. J'ai pu isoler, des nickels ainsi devenus cassants, une certaine quantité de carbone, restant insoluble après attaque du nickel par les acides. Il s'agit donc, dans l'espèce, d'une véritable fonte de nickel, et le recuit de tels alliages devrait

être fait dans un gaz inerte non carboné. Dans la pratique, on préfère effectuer le laminage sans recuit intermédiaire.

Revenons maintenant au laminage de nos barres d'argent que nous avions laissé fortement écrouies. Elles vont être portées au four à recuire.

Ceux-ci sont de deux sortes : les uns sont des fours à sole ordinaires dont la température est à peu près réglée vers 800°. Les lames y séjournent 1 heure et à leur sortie, elles sont suffisamment recuites pour que l'on puisse reprendre les opérations du laminage. Un tel four oxyde sensiblement les lames; aussi restreint-on au minimum la durée de leur passage dans ce four.

Le deuxième type de fours à recuire, réservé aux pièces presque terminées, permet de les chauffer à l'abri de l'air. Les pièces ou les lames à recuire sont placées sur une chaîne sans fin qui traverse le four et se meut avec une lenteur telle que le métal séjourne environ 6 heures dans le four. Celui-ci ne présente que deux ouvertures fermées toutes deux par une couche d'eau dans laquelle passe la chaîne sans fin, en sorte que les pièces à recuire ne peuvent pénétrer dans le four ou en sortir qu'après avoir plongé dans la couche d'eau obturatrice. Ce four, dit four Balh, permet donc de pousser le recuit plus loin tout en préservant les lames de toute oxydation.

Au sortir du four, les lames sont sensiblement recuites, elles subissent une nouvelle série de passes au même laminoir. Elles subissent une réduction d'épaisseur beaucoup moindre que la première fois, et cependant s'écrouissent plus vite. Ceci tient à ce que leur épaisseur est moindre, que la compression brutale des cylindres du laminoir se fait sentir jusque dans le centre de la lame. Un deuxième et un troisième recuit vont donc être nécessaires pour amener la lame presque à l'épaisseur voulue.

L'épaisseur définitive de la lame doit être réglée avec le plus grand soin : le poids de la future pièce, dont le diamètre est invariable, en dépend, et les tolérances de poids, fixées par la loi, ne laissent qu'une marge très minime. La dernière passe se fait donc sur un laminoir spécial, dit finisseur, qui est un véritable instrument de précision et permet de régler les lames à moins de 1/100 de millimètre. L'ouvrier découpe dans la lame un certain nombre de flans et les pèse. Quand ceux ci ont le poids normal, la lame est à bonne épaisseur et le finisseur est bien réglé. On y fait passer un certain nombre de lames, puis on s'assure par de nouvelles pesées que l'instrument ne s'est pas déréglé.

On voit que les opérations du laminage sont longues et délicates ; elles absorbent la majeure partie des frais de la fabrication des monnaies. l'ourraient-elles être modifiées avantageusement?

Le tableau que je vous ai déjà montré à plusieurs reprises vous indique qu'une partie du laminage s'effectue sur un métal trop dur et qu'il y aurait intérêt à faire un plus grand nombre de recuits. D'après ces indications, j'ai fait effectuer le laminage des barres avec cinq recuits et douze passes de laminage seulement. Les résultats ont été excellents, mais l'emplacement et les fonds manquaient pour construire un nombre suffisant de fours à recuire.

Une autre modification qui vient à l'esprit serait d'effectuer le laminage à chaud, à une température supérieure à celle de recuit maximum de l'alliage. On pourrait alors en une ou deux passes, amener la lame à l'épaisseur voulue. L'expérience a été tentée, mais n'a pas été poursuivie. Les ouvriers courent des risques de brûlures. Les lames sont moins régulières et se tordent sur elles-mêmes; enfin leur composition est moins constante : les passes multiples au laminoir ont pour effet de mélanger intimement les diverses couches du métal et de combattre les effets désastreux de la liquation.

M. Hanriot,
Membre de l'Académie de Médecine,
Directeur des essais
à la « Monnaie » de Paris.

REVUE D'AGRONOMIE

LES PRINCIPAUX ET RECENTS FACTEURS DE LA PRODUCTION AGRICOLE

Pendant la première partie de cette année, les recherches d'agrononie pure et appliquée ont donné d'intéressants résultats, dont nous allons exposer les principaux.

Parmi les facteurs de la production agricole, un des plus importants est l'alimentation des plantes. Ce sont donc les engrais qui doivent d'abord attirer notre attention étant au début même du grand cycle que constitue pour les éléments chimiques leur voyage biologique à travers les êtres vivants, jusqu'à leur retour à la terre et à l'atmosphère.

L'azote est encore peu employé en France, et cependant les productions fourragères en profitent à un point tel que les conceptions, exactes certes, mais insuffisantes que nous avons sur la fixation de l'azote par les légumineuses ne doivent pas nous dispenser d'employer les engrais azotés même pour ces dernières plantes. Une grande partie de la France a souffert en 1921 d'une sécheresse exceptionnelle; aussi au printemps de 1922 a-t-il fallu songer à fournir à nos prairies et à nos blés des engrais azotés divers pour en accroître la récolte et surtout la vigueur. Les blés qui avaient souffert d'un froid prolongé se sont trouvés très bien d'un apport de nitrate de soude ou de chaux en mars, avril même. Le nitrate de chaux est assez commode à employer si l'on veut bien utiliser pour son épandage des ustensiles en bois dans la mesure possible ou bien soumettre à un lavage parfait les outils métalliques dès qu'on s'en est servi. Nous nous faisons un devoir d'attirer l'attention sur la différence de prix existant entre le nitrate de chaux et celui de soude, et cela d'autant plus volontiers que celui de soude est entièrement importé, tandis que le nitrate de chaux peut devenir un produit national. Enfin la chaux sous forme de nitrate a une excellente action sur nos plantes, tandis que les sels de sodium sont d'une façon générale nuisibles. Les doses de nitrate à employer sont toujours faibles ; elles varient de 100 à 200 kg. par hectare (maximum pour les jardins potagers ou les cultures fourragères)..

Les engrais phosphatés ont pu, grâce à la baisse déjà sensible des cours, être employés à l'automne. Les cultivateurs qui avaient utilisé de fortes doses d'engrais phosphatés avant la campagne de 1921 ont eu la récompense de voir beaucoup de leurs récoltes résister d'une façon souvent satisfaisante à l'assaut qui leur a été livré par la sécheresse (1).

Les engrais potassiques, eux aussi, ont permis à bon nombre de plantes de subir avec des dommages relatifs réduits les conditions météorologiques de 1921. Ceux qui les ont employés à doses raisonnables n'ont eu qu'à se louer des résultats obtenus. Par doses raisonnables il faut entendre 300 à 600 kg. par hectare. Il est préférable, comme l'expérience l'a prouvé, de ne pas employer les doses de 800 à 1.000 kg. qui ont pu être préconisées. Il est évident aussi que lorsque les sels de potasse purs tels que le chlorure ou le sulfate de potassium, sels exempts de chlorure de sodium, peuvent être obtenus à un prix économiquement avantageux, on doit toujours leur donner la préférence.

Les lois de l'absorption des sels minéraux par la plante sont d'une complexité telle que nous n'en voyons pas les bornes, et chaque jour des données toutes nouvelles accroissent nos connaissances sur la vie de la terre arable. Des recherches faites à Rothamsted par M. Keen et rapportées par le *Bulletin des Renseignements agricoles de l'Institut International d'agriculture* (Rome, février 1922), il résulte que c'est la présence d'argile qui a la plus grande influence pour retarder l'évaporation du sol, tandis que le rôle des matières organiques du fumier ne vient qu'en deuxième ligne.

Les terres arables contiennent une dose de matière organique très variable, mais les plus fertiles sont, en fait, pratiquement celles qui ont la plus haute teneur en humus. Or jusqu'à présent le dosage de l'humus dans les terres n'a pas donné lieu à l'élaboration d'une méthode satisfaisante pour être employée couramment dans les laboratoires, (Le dosage du carbone par la méthode classique de l'analyse élémentaire donne, il est vrai, d'excellents résultats, mais il ne peut être question de monter un tube d'analyse organique précise pour faire l'examen d'une terre arable, en dehors des recherches spéciales). M. C. Veil a fait connaître à l'Académie des Sciences que la mesure de l'absorption du chlore par la terre constitue une méthode d'évaluation rapide de la fertilité : l'indice de chlore, c'est-à-dire la quantité de chlore absorbée par la terre est étroitement lié à la teneur en humus, c'est-à-dire à la fertilité *(Bulletin de Rome*, février 1922).

Des expériences faites à Rothamsted, il résulte que la fumure organique est pratiquement indispensable, et les savants de cet institut de recherches agronomiques attirent à nouveau l'attention sur l'importance des soins à donner au fumier pour éviter des déperditions d'éléments utiles.

L'aération du sol qui a pour conséquence de favoriser la fermentation, l'oxydation des résidus de la vie végétale est éminemment utile pour en accroître la fertilité. Les recherches de Müntz, qui a attiré l'attention sur le réveil de la terre arable ; de M. Lumière, poursuivant des observations sur le même sujet ont conduit à penser que tout travail du sol dont le résultat était une aération devait avoir une action très favorable sur la végétation. M. Ringelmann (*Journal d'agriculture pratique*, février 1922) appelle à nouveau l'attention sur les fouillages, les sous-solages, les ameublissements superficiels aussi par les cultivateurs à dents flexibles. On sait que l'emploi répété du cultivateur canadien, à l'exclusion de la charrue, a été très préconisé par M. Jean, d'où le nom de méthode Jean à ce mode de culture qui donne d'excellents résultats dans les terres très meubles et sèches. Les résultats ne seraient peut-être pas

(1) Un très intéressant tableau-guide pour l'emploi des engrais vient d'être publié par M. Cadoret, directeur des services agricoles de la Savoie.

aussi bons dans les sols très pierreux : les dents flexibles ramènent les cailloux à la surface; il faudrait, après un certain nombre de passages de l'instrument, procéder à leur ramassage.

La production des fourrages qui préoccupe en ce moment tous les agriculteurs a donné lieu à des expériences très instructives. Des études faites en Allemagne ont confirmé que les foins d'herbes jeunes sont très nutritifs et que l'on peut accroître la quantité de fourrages d'un domaine non seulement en fumant davantage les prairies, mais encore en procédant à un nombre plus grand de coupes au cours de l'année. Des prairies abondamment fumées aux engrais chimiques convenables ont pu être fauchées plus de trois fois dans l'année. Une fumure avec 12 à 1.600 kg. de sulfate d'ammoniaque par hectare a permis de doubler la production de foin et la production de matière azotée totale de la récolte. Deux parcelles furent fauchées 6 à 8 fois par an pendant 4 années. L'une, non fumée, a donné, avec un rendement décroissant, une moyenne de 4.896 kg. foin avec 946 kg. de protéine par hectare; l'autre, avec une application de 12 à 16 quintaux de sulfate d'ammoniaque par an, une moyenne de 8.481 kg. avec 1.825 kg. de matières azotées. Cette expérience appelle une critique, et les agriculteurs praticiens ne manqueront pas de la faire : L'excédent de récolte en foin est de 8.481 kg. — 4.896 = 3.585 kg. valant, à 0 fr. 23 le kg., prix pratiqué depuis deux ans dans une même région de France 3.585 × 0,23 = 824 fr. 55. Or, étant donné le prix du sulfate d'ammoniaque en France: 95 fr. en décembre 1921, 110 fr. en décembre 1919, il est facile de calculer que l'opération ne serait pas avantageuse. 12 à 16 quintaux d'engrais valant en somme 12 à 1.600 fr. pour une récolte de 825 fr. L'Allemagne produisant en abondance le sulfate d'ammoniaque, il est possible que l'opération indiquée par les auteurs (Neubauer et Huttinger, *Bulletin de Rome*, mars 1922) soit recommandable pour les agriculteurs de ce pays. Il peut en rester pour nous cet enseignement, qu'une fumure convenable des prairies et une coupe de bonne heure permettant d'envisager non seulement un regain mais peut-être une 3e coupe, ou en tous cas un pâturage abondant en fin de saison, sont des pratiques tout à fait recommandables.

La production laitière, dont on connaît le développement tout spécial au Danemark, a pu donner lieu dans ce pays à une série d'améliorations grâce aux Sociétés de contrôle laitier. Nous ne rappellerons pas ici en quoi consiste ce contrôle permanent institué dans les étables des propriétaires groupés en Sociétés, pour désigner à l'attention des éleveurs les animaux les plus intéressants à conserver comme reproducteurs laitiers. Notons seulement les résultats tangibles donnés par A. Faber, *Agricultural commissioner of Danemark, in journal of the Ministry of agriculture Londres*, oct. nov. 1921 (*Bull. de Rome*, mars 1922). Sous la forme d'un tableau de nombres, sans phrases, ils sont éloquents. Production moyenne annuelle par vache :

1er concours biennal. 530 vaches, 3168 lit. de lait à 3,44 % de matière grasse;

4e concours biennal. 777 vaches, 3873 lit. de lait à 3,53 % de matière grasse ;

7e concours biennal. 304 vaches, 4244 lit. de lait à 3,83 % de matière grasse.

Soit une augmentation moyenne de 26 % de la production en beurre de chaque vache en seize années.

L'élevage des vers à soie exige des études perpétuelles pour son amélioration. M. Sacchi R., du « Laboratorio di bachécoltura del R. Istituto superiore agrario di Perugia », a montré par des expériences précises que l'on obtient des Bombyx un plus grand rendement en cocons si l'on prend soin de les alimenter avec des feuilles de mûrier cueillies le soir vers le coucher du soleil. Les feuilles cueillies à l'aube conviennent moins. Voici ses constatations relatées dans le *Bulletin de Rome* (mars 1922) :

1° Vers alimentés par feuilles cueillies à l'aube : 3 kg. 025 et 2 kg. de cocons par gramme de graine.
2° Vers alimentés par feuilles cueillies au crépuscule : 3 kg. 225 et 2 kg. 640 ; de plus le cocon est plus gros, plus uniforme et les papillons produisent une plus grande quantité d'œufs. Les feuilles, le soir, sont plus nourrissantes, étant plus riches en sucre, amidon, dextrine, matières grasses et azotées. Il s'agit donc d'un résultat que l'on peut considérer comme bien acquis et à appliquer immédiatement dans la pratique de l'élevage du ver à soie.

Un bel exemple d'organisation pour la lutte contre les parasites des arbres fruitiers vient d'être donné par la Grèce. M. Isaakidès, dans son rapport sur les travaux du service phytopathologique au cours de 1920, expose le mode de lutte adopté contre la mouche des olives, *Dacus oleae*. Cette mouche fait perdre 25 millions d'okes (1 kg. 224) d'olives, soit cent millions de drachmes (1 fr. au pair). Les arséniates employés en pulvérisations ont donné les résultats les plus favorables. Une « caisse de l'olivier » fut fondée par des subventions du gouvernement et par application de droits spéciaux sur les produits de l'olivier, et cela à la demande même des communes intéressées à la lutte contre ce parasite. L'organisation et la surveillance sont confiées au service phytopathologique. Sur des millions d'arbres en 1920 on a

répandu une bouillie composée de : arséniate de soude 3 kg. 500, mélasse 110 kg., eau 10 hectolitres. Environ 256 gr. de cette bouillie suffirent par arbre (au delà on risque de produire des brûlures sur les parties tendres de l'arbre) pour la première pulvérisation. Dans certaines régions où les arbres sont très grands, on a employé jusqu'à 320 gr. pour la première pulvérisation, 460 gr. pour la deuxième, plus encore pour la troisième. Un ouvrier traitait jusqu'à 800 arbres par jour. Les traitements furent faits ainsi : 1er en juin, 2e fin juillet, 3e août-sept. même octobre, 4e en octobre. Détails intéressants : les frais de traitements se montèrent à 622.00 drachmes. L'excédent de récolte obtenu pour les producteurs fut de 20 millions de drachmes sur lesquels, par le jeu de l'impôt, l'État a retenu 800.000 drachmes. Donc opération parfaitement avantageuse.

Nous ne voulons citer ici que pour mémoire la «Semaine nationale du vin» qui s'est déroulée à Paris au milieu de mars. Des comptes rendus nombreux et détaillés ont paru dans tous les journaux. Rappelons seulement quelques vœux qui ont été émis à la suite des délibérations : suppression de la taxe de luxe sur les vins, propagande auprès des pays alliés et neutres, attirant l'attention sur le fait que la prohibition du vin est un véritable acte d'hostilité économique d'autant plus meurtrier que, pour certains vins (Champagne), elle produit la ruine d'une région dévastée. Une meilleure protection des appellations d'origine, une plus intense répression des fraudes, des modifications dans les tarifs des transports et des douanes et diverses autres mesures de détail ont été préconisées par les congressistes.

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les Ondes Invisibles (1). — Messieurs, A l'un des moments les plus angoissants de la guerre, alors que la menace des sous-marins ennemis se faisait chaque jour plus pressante, je me trouvais visiter un de ces laboratoires improvisés où quelques chercheurs opiniâtres, soutenus par une foi invincible, travaillaient à doter la défense nationale d'armes nouvelles. Dans un jardin de banlieue, un cadre de bois rectangulaire voisinait avec une batterie de lampes électriques. L'ami qui m'avait amené régla l'appareil, orienta le cadre, puis me tendant un casque téléphonique : « Prêtez l'oreille, me dit-il, vous allez entendre les signaux qu'échangent les sous-marins allemands dans la Baltique. » Quelques minutes plus tard, tournant le cadre dans une autre direction : « Maintenant, dit-il, vous pouvez écouter les sous-marins de la Méditerranée. »

Depuis de longs mois, avec ses collaborateurs, il poursuivait sa tâche en silence. Pour la première fois, le résultat désiré venait d'être obtenu ; et je n'oublierai jamais l'impression que j'éprouvais, au fond d'un petit jardin de Suresnes, à entendre les appels mystérieux de ces lointains engins de mort, qui nous arrivaient, à travers les flots et les airs, de plusieurs milliers de kilomètres de distance, aussi distincts, aussi proches, eût-on dit, que le bourdonnement des abeilles qui voltigeaient sur les fleurs par cet après-midi d'été.

Trois ans plus tard, la paix revenue, j'assistais à un banquet où l'on célébrait l'anniversaire de la fondation de notre belle École supérieure d'électricité. C'était dans le hall d'un grand hôtel de Paris. A l'extrémité de la salle se dressait un vaste pavillon. A l'heure des toasts, au lieu de parler, les convives se turent. Mais soudain, de l'embouchure de métal, une voix s'éleva, grave et pure, qui remplit toute la salle. C'était celle d'une artiste qui, à une cinquantaine de kilomètres de Paris — sur ces bords fleuris de la Seine où La Fontaine se fit jadis l'écho mélancolique de la plainte des nymphes de Vaux — chantait pour nous devant un poste de téléphonie sans fil.

Ces progrès étonnants, quand ils devinrent publics, enthousiasmèrent justement les foules. Ils n'étaient cependant que l'aboutissement logique d'une longue évolution. Du jour où le génie de Branly nous dota de l'œil électrique capable de percevoir ces ondes pour lesquelles l'œil humain n'a pas de rétine, les initiés se rendirent compte qu'une voie était ouverte dans laquelle on irait loin, très loin. Des problèmes surgirent alors, si nombreux que pour les résoudre en temps ordinaire il eût fallu plusieurs décades. La guerre abrégea cette laborieuse gestation. Car à toutes les époques de l'Histoire, dans l'ordre scientifique comme dans l'ordre politique ou social, ç'a été le grandiose et terrible privilège des conflits armés de hâter dans le sang et par le fer l'enfantement des temps nouveaux.

Quoi qu'il en soit, parmi les récentes conquêtes de la science, il n'en est guère qui jouissent d'une popularité comparable à celle de la télégraphie ou de la téléphonie sans fil. C'est que, s'il en est peu qui parlent aussi vivement à l'imagination, il en est peu surtout qui soient aussi aisément accessibles à tous.

A côté des instruments délicats et précis, chefs-d'œuvre de nos meilleurs constructeurs, on a vu surgir toute une floraison d'appareils plus simples, mais parfaitement suffisants pour la pratique courante. A Paris seulement, dans les grands magasins, les bazars populaires, il se vendait avant la guerre journellement plus de 300 appareils de télégraphie sans fil. Le mouvement n'était pas moindre en provin-

(1) Lecture faite, en octobre 1922, par M. Daniel Berthelot à la séance solennelle de l'Institut, toutes classes réunies.

ce ; dans chaque ville, presque dans chaque village, des amateurs zélés savaient utiliser les balcons, les gouttières, les fils télégraphiques ou téléphoniques. L'instituteur, le curé, le pharmacien rivalisaient dans ces luttes pacifiques. Les amis de la télégraphie sans fil se nomment désormais légion, et chaque jour des centaines de milliers d'oreilles guettent les messages qu'à heure fixe jette à travers l'espace la grosse voix de la Tour Eiffel.

Pour celui qui s'est donné la peine d'apprendre ce langage secret, il est peu de distractions aussi captivantes que celle qui consiste à recueillir les vibrations flottantes qui circulent à notre insu dans l'air que nous respirons : voix de la nature qui annoncent l'orage lointain ou voix des hommes qui communiquent entre eux.

Comme beaucoup d'autres, je passai naguère bien des heures à les écouter. Au sommet de la colline de Meudon, à la lisière des bois, se dresse une tour d'une trentaine de mètres de haut, sur laquelle, pendant un quart de siècle, mon père poursuivit des expériences sur l'électricité atmosphérique et la végétation. Aujourd'hui, ce pylône de briques, visible de bien des points de la plaine parisienne, est souvent utilisé comme point de ralliement par les aviateurs. En cette saison même, il n'est pas rare de les voir passer par essaims de cinq à six à la file, se rendant des champs de Buc ou de Villacoublay à ceux d'Issy-les-Moulineaux ou du Bourget. Parfois, à la tombée du jour, quelque ballon dirigeable vient rôder presque à fleur du sol, et avec ses toiles jaunes qu'enflamme le soleil couchant, on croirait je ne sais quel gigantesque poisson d'or de l'océan aérien.

Il y a dix ans déjà, du sommet de cette tour aux arbres voisins, j'avais tendu un réseau de fils de fer et installé des appareils pour écouter les bruits précurseurs des orages et les signaux de la télégraphie sans fil, et je me plaisais à y monter les soirs d'été.

La magnificence du spectacle nocturne y est incomparable. Dans le fond de la vallée s'étend l'immense agglomération parisienne, avec ses innombrables lumières. On y distingue les lignes droites des avenues, les files parallèles des ponts, les points isolés des maisons. A côté des feux verts des lampes à mercure, le long des usines de Billancourt, brillent les fanaux et les disques rouges du chemin de fer ; plus loin, la lueur jaune des becs de gaz pâlit dans le flamboiement violet des arcs électriques ou dans l'irradiation des gigantesques enseignes orangées, en attendant le moment, proche sans doute, où les réclames lumineuses viendront faire dans le ciel concurrence aux étoiles.

Là-haut, le silence est absolu. Aucun des bruits de Paris ne monte jusqu'à la tour solitaire ; mais vers neuf heures et demie, chaque soir, on y entend les voix de la nuit.

La tête coiffée d'un casque téléphonique, il suffit de déplacer lentement sur une grande bobine verticale un curseur de cuivre et d'écouter.

Du fond du silence s'élève un sifflement d'abord presque imperceptible, qui devient de plus en plus net; les appels rythmés, les brèves et les longues de l'alphabet Morse transmettent des mots anglais. C'est le poste de Poldhu, qui, de la côte occidentale de Cornouailles, à la pointe extrême de l'Angleterre, envoie par signaux Marconi les cours de la Bourse et les nouvelles du jour aux grands transatlantiques en route pour New-York.

Je pousse le curseur. Le sifflet s'éteint, un bruit de grelot le remplace, qui peu à peu se fait plus distinct. Ses saccades intermittentes jettent des termes allemands. Je suis accordé au poste de Norddeich qui, de l'embouchure de l'Elbe, communique avec les vaisseaux de la Baltique et de la mer du Nord.

Quelques centimètres de plus sur la colonne de bronze. Le grelot s'affaiblit comme celui d'un équipage qui s'éloigne sur une route ; un bruit de friture lui succède, et c'est Barcelone, et ce sont les sons chantants de la langue espagnole.

Plus bas encore : voici des roulements de tambour. Les forts de grande ceinture des environs de Paris, le Mont-Valérien, Buc, Palaiseau, se répondent, mais bien qu'ils emploient ma langue natale, leur conversation m'échappe : c'est l'exercice des postes secrets.

Tout à coup un bruit retentit ; une étincelle jaillit du cristal de galène et illumine d'un bref éclair la chambre noire. Mon imposante voisine, la tour Eiffel, vient d'entrer en action et de dérégler le récepteur.

En quelques tours de vis je le remets au point, et remontant d'un seul trait le curseur arrivé au bas de sa course, je fais à nouveau défiler à toute vitesse le bourdonnement de Barcelone, les cloches lointaines de Norddeich, la flûte aiguë de Poldhu.

Ainsi, du nord au sud, de l'ouest à l'est, les voix nocturnes se croisent et se répondent. Perpétuellement l'espace est sillonné par ces ondes invisibles qui, sur la face endormie de la terre, se suivent à quelques kilomètres les unes des autres, pareilles aux rides concentriques qu'engendre la pierre jetée dans l'eau morte d'un étang. A la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde, elles cheminent, presque partout inaperçues, ébranlant seulement çà et là les membranes des téléphones qui les guettent.

Cependant, dans le ciel noir, les étoiles brillent, et comme si la nature n'avait qu'un seul moyen pour se faire entendre, elles envoient leur lumière par ondes semblables à celles de la télégraphie sans fil. Des spectrographes délicats la reçoivent au foyer des télescopes, et là où nos yeux ne perçoivent qu'une confuse harmonie, ils révèlent une infinité de notes lumineuses distinctes, langage secret des atomes, sanglot de la matière qui meurt en rayonnant dans le vide, plainte monotone, éternellement la même depuis des siècles. Seule, la rumeur humaine, aussi diverse, aussi nuancée que nos joies et nos douleurs, nos caprices et nos passions, ne se répète pas deux fois. Chaque soir, elle se transmet de continent en continent, roulant et déferlant en grandes vagues éthérées à la surface des terres et des mers, avant de se perdre dans le ciel indifférent.

En quelque endroit du globe que nous soyons, dans la paix de la campagne comme dans la rumeur des villes, sur la place publique comme entre les quatre murs d'une chambre, nous baignons dans un océan d'ondes invisibles. Messagères de l'infini, elles parlent à tous les hommes, mais bien peu savent les entendre.

Nul exemple ne nous fait mieux saisir le sens profond du vieil adage qui veut que « tout soit dans tout ». Cette assertion, sans doute philosophes et hommes de science l'ont répétée à l'envi ; mais il

faut bien l'avouer — quand on nous dit qu'il suffit de lever la main sur la Terre pour changer l'intensité de la gravitation dans Sirius, ou, plus modestement, de jeter une pierre dans la Seine pour faire monter le niveau de l'océan à San-Francisco, ces vérités nous paraissent trop belles pour être bien réelles. Peut-être notre raison est-elle convaincue ; notre sensibilité se récuse.

Au contraire, la télégraphie, la téléphonie sans fil montrent au plus sceptique avec quelle facilité, avec quelle précision on peut recueillir ces myriades d'effluves qui, à chaque instant, en chaque point de la terre, se croisent et se pénètrent.

Des innombrables conversations qui s'échangent en ce moment dans Paris, il n'en est pas une qui ne traverse cette salle ; il n'en est pas une qui ne peut être saisie au moyen d'un amplificateur convenable.

Une question monte alors invinciblement à nos lèvres. Comment douter qu'il existe, dans l'Univers, une infinité d'autres vibrations, encore ignorées de nous et que nos enfants découvriront à leur tour ? Est-il vrai, comme le croyaient la plupart des savants au dix-huitième siècle, que les manifestations nerveuses ne soient qu'une forme biologique des phénomènes électriques ? Je ne sais ; pas plus que celle de nos pères, notre science n'est en état de répondre à cette difficile question ; tout au plus est-il permis de dire que les découvertes modernes sur les terminaisons des fibres nerveuses ne sont pas en contradiction avec cette hypothèse, loin de là ! Il n'y aurait rien de surprenant, s'il en était ainsi, que la pensée humaine se manifestât au dehors sous forme d'ondulations électriques, analogues à celles de la télégraphie sans fil, ne mettant en jeu comme celle-ci que d'infimes quantités d'énergie, et capables, comme elles, d'être décelées par des détecteurs suffisamment subtils. De telles ondulations seraient soumises, elles aussi, aux lois du nombre et du rythme qui, suivant la vieille conception grecque, domineraient le monde moral, comme elles dominent le monde physique et le monde esthétique. Peut-être nos successeurs y retrouveront-ils ces rapports simples que Pythagore reconnut le premier en entendant tomber sur l'enclume le marteau d'un forgeron ; peut-être leur sera-t-il donné de pénétrer enfin le sens de l'énigmatique raisonnement de Platon, désespoir des commentateurs, où le grand philosophe, après une longue discussion, conclut qu'il existe un rapport mathématique parfaitement déterminé entre le juste et l'injuste, et que ce rapport est égal au nombre 729.

D. BERTHELOT
Membre de l'Institut.

Minéralogie

La collection de pierres précieuses du Muséum d'Histoire naturelle. — Un don magnifique. — La collection de Minéralogie du Muséum national d'histoire naturelle ne contient pas seulement une collection de minéraux systématiquement classée qui est tenue au courant de toutes les recherches scientifiques en cours, mais aussi des collections de minéralogie appliquée.

Parmi celles-ci, la collection de pierres précieuses occupe une place d'honneur. Elle est complexe. Elle comprend, tout d'abord, une collection générale, destinée à mettre sous les yeux des visiteurs les variations de couleur que présente un même minéral, utilisé comme gemme. On sait en effet, ou plutôt le grand public ne sait guère, que la couleur des minéraux n'est pas, en général, une propriété moléculaire; la plupart des pierres précieuses devraient être et sont parfois incolores; les couleurs variées qu'elles présentent souvent et qui leur donnent leur valeur sont dues à des teintures naturelles. C'est ainsi que le corindon, quelquefois incolore et limpide comme la glace, est plus souvent jaune, bleu (saphir), rouge (rubis), rose, plus rarement vert (émeraude orientale), que, suivant ses gisements, la topaze est incolore, jaune ou bleue, le béryl incolore, jaune, bleu ou vert de mer (aigue-marine), vert foncé (émeraude), ou bien rose (morganite), etc.

A côté de cette collection générale, le Muséum possède des collections spéciales; la plus importante est celle des gemmes américaines, faite pour l'Exposition panaméricaine de Buffalo par la Maison Tiffany and Co de New-York, sous la compétente direction de M. Geo F. Kunz et offerte, en 1903, au Muséum par M. James Pierpont Morgan. Cette collection comprend, en exemplaires superbes, des pierres taillées de tous les gisements de l'Amérique et en particulier des Etats-Unis, avec, en même temps, de fort beaux échantillons de cristaux bruts des mêmes minéraux et de pierres d'ornementation.

Une seconde collection a été offerte au Muséum, en 1920, par le Ministère de l'Agriculture de l'Etat de Miñas Geraès; elle comprend une fort belle suite de pierres taillées : béryls, tourmalines, améthystes, etc., qui ont rendu célèbre cette partie du Brésil.

Dans quelques semaines, à côté de ces gemmes de provenance étrangère, il sera possible d'admirer, dans une belle vitrine offerte par M. David Weil, une autre collection, don magnifique d'un généreux mécène, *M. Edouard Tuck*, qui avait antérieurement fait cadeau au Muséum de l'un de ces énormes troncs d'arbres silicifiés de l'Arizona, aux couleurs rutilantes, qui ornent l'entrée de la Galerie de Minéralogie.

A l'occasion de l'Exposition coloniale de Marseille, le Service des Mines de Madagascar a fait recueillir un grand nombre de minéraux et de roches qui ont été déterminés et classés au laboratoire de Minéralogie du Muséum ; la collection ainsi constituée a été exposée à Marseille dans le Palais de Madagascar où elle reproduit fidèlement la constitution minéralogique de notre grande colonie. Malheureusement, faute de ressources financières suffisantes, il avait été impossible, dans cette exposition officielle, de compléter la collection par une série de ces belles pierres précieuses qui sont l'une des sources de richesse de la Grande Ile.

Une Société coloniale, l'Ankaratra, y a suppléé. Elle a constitué une admirable collection de 345 pierres, pesant près de 3.000 carats, pierres soigneusement sélectionnées pendant plusieurs années, puis fort bien taillées par un lapidaire parisien, M. Joz Rolland aîné; elle est complétée par douze objets taillés ou gravés dans des matières précieuses par MM. A. Fourrier et Cie.

C'est cette collection que M. Edouard Tuck a eu la généreuse idée d'offrir au Muséum. D'une grande valeur pécuniaire, elle a, en outre, un vif intérêt scientifique, car elle fournit, en échantillons admirables par leur couleur, leur limpidité et leur perfection, l'ensemble de ce que produit, en fait de gemmes, un même

type de gisement, les pegmatites de Madagascar, que j'ai étudiées précédemment dans cette Revue (1); il ne serait pas possible de reconstituer entièrement une série semblable, beaucoup de gisements ayant fourni ces pierres étant aujourd'hui épuisés.

Cette collection a en outre un intérêt économique et national fort grand. Elle montre, en effet, ce que le commerce de joaillerie peut trouver dans notre colonie et elle met en évidence l'inexactitude des critiques intéressées qui ont été faites quelquefois aux gemmes malgaches d'être inférieures comme qualité à celles des anciens pays producteurs. Avant la guerre une partie de la production des pierres précieuses de Madagascar était accaparée par le commerce allemand, et l'on a pu lire dans un journal technique d'outre-Rhin, citée comme un haut fait, cette pratique qui consistait à vendre comme venant du Brésil toutes les belles pierres de Madagascar et comme d'origine malgache toutes celles qui, étant médiocres, provenaient de n'importe où.

A tous égards, l'on ne saurait trop remercier M. Edouard Tuck de la belle et généreuse initiative qu'il a prise de doter notre Muséum national de cette incomparable et étincelante collection. Peut-être n'est-il pas inutile de citer cette initiative en exemple dans notre pays et de faire remarquer que les trois collections spéciales de pierres précieuses taillées se complétant si heureusement, qui sont désormais l'un des plus beaux ornements de notre Muséum national, lui ont été offertes, toutes trois par de grands amis de la France venus de l'autre côté de l'Atlantique.

A. Lacroix,
Professeur au Muséum
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Géologie

L'ampleur des phénomènes de charriage dans la chaîne hercynienne. — On sait que la chaîne hercynienne est une grande chaîne de montagnes qui s'est formée par plissement au milieu de l'époque carbonifère. Le dernier stade de ce plissement est constitué par la production d'un grand charriage, analogue à celui des Alpes, que l'on suit depuis la plaine du Rhin jusqu'en Angleterre. Elle est marquée par une grande faille qui a reçu des noms divers (Grande faille dans le Nord de la France, Faille du Midi dans le Hainaut, Faille eifélienne aux environs de Liège) et qui devrait porter le nom de *Faille de charriage du Condroz.*

L'ampleur de ces phénomènes de charriage vient d'être déterminée par M. Fourmarier (Congrès géologique international, XIII[e] session, Belgique 1922 ; résumés, p. 22) et elle n'est pas moindre de cinquante kilomètres, analogue donc, comme ordre de grandeur, à l'ampleur des phénomènes de charriage constatés dans la chaîne des Alpes. P. L.

Géographie

Terre-Neuve. — Cette île qui est encore peu visitée par les voyageurs, a une superficie de 42.734 milles carrés, une population de 252.464 habitants (en 1917). La capitale, Saint-Jean, a 33.980 habitants. Quatre villes ont chacune environ 4.000 habitants.

Les ressources budgétaires sont supérieures, chaque année, aux dépenses par exemple : en 1918-19, recettes 6.500.000 dollars, dépenses, 5.400.000.

Les produits de la pêche atteignent annuellement 2 millions de livres sterling. « Par la convention anglo-française de 1904, la France renonçait à ses droits exclusifs de pêche, qui dataient du traité d'Utrecht, mais elle conservait le droit de pêche dans les eaux territoriales allant du cap Saint-Jean au cap Ray. Un accord pour le renvoi des conflits résultants de la pêche à Terre-Neuve, devant le tribunal de La Haye, fut également conclu à Washington en 1909.

L'importance de la pêche peut être indiquée par ces nombres se rapportant à l'année 1917 : morue, un million 233.722 quintaux valant 12.337.220 dollars, autres espèces : 134.298 quintaux, valant 1.342.304 dollars.

L'agriculture ne semble devoir rester que très sommaire : sol peu fertile et brume perpétuelle. On récolte cependant pour 3 millions de dollars de produits dont les principaux sont : carottes, navets, pommes de terre, orge, salades.

Le cheptel animal comprend 13.000 chevaux, 40.427 bêtes à cornes, 100.000 moutons.

Les ressources minières semblent capables d'un développement notable. Peu de charbon (médiocre, 8.000 tonnes), par contre, du graphite, du pétrole, sur les bords externes des chaînes cristallines du Long-Range. Des gisements de plomb sont encore peu exploités. Le cuivre donne lieu à une exportation de 400.000 livres sterling. Un gisement de nickel, à Tit Cove a donné 400 tonnes. Des gisements de pyrite produisent 70.000 tonnes. Il existe un autre gisement à Bell Island qui produit 800.000 tonnes et qui contient une réserve de 70 millions de tonnes. Il existe en outre un peu d'or et d'argent.

Des usines de pâte à papier ont été établies à Grand Falls et à Bestrop Falls.

Les importations consistent surtout en textiles, farine, quincaillerie, etc. Les exportations comprennent :

Morue séchée	12.876.847	dollars
Pâte à papier	2.148.205	—
Fers	1.140.113	—
Harengs	1.123.462	—
Huile de phoque	619.819	—
Langoustes	107.503	—

Le trafic principal a lieu avec la Grande-Bretagne et avec les Etats-Unis.

Les voies ferrées : 841 milles en 1917 non compris 47 milles de voies privées. Une flottille de 13 vapeurs relie les points de la côte.

Tel est, résumé, l'exposé de l'état économique de Terre-Neuve fait par M. Dorsenne dans l'*Economiste français* (26 mars 1921).

Il existe dans l'île des forêts importantes (pin, bouleau, peuplier, tremble), de nombreux lacs et des cours d'eau dont le principal est la Rivière des Exploits, longue de 320 kilomètres, et sur le cours duquel existe une chute de 44 m. de hauteur. Les massifs montagneux, de formations géologiques anciennes, s'élèvent jusqu'à 635 m. D'après Elisée Reclus, on évalue au tiers de la surface de l'île la superficie des lacs, étangs et mares. Le plus grand des lacs a une surface un peu moindre que le lac de Genève.

Ajoutons, pour fixer les idées, que l'île de Terre-Neuve a un peu plus de 500 km. de l'Est à l'Ouest, et que les 3 îles Miquelon et Saint-Pierre, n'ont chacune, comme plus grande dimension, que 15 à 20 km.

L. R.

(1) Numéro du 25 juin 1921.

Biologie

Le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez les Poissons. — A l'heure qu'il est tous les auteurs s'accordent pour admettre que les caractères sexuels secondaires sont — du moins chez les Vertébrés, car, chez les Invertébrés les choses ne sont pas encore bien nettes, — sous la dépendance des hormones sécrétées par la glande germinale. Mais, dans cette glande, on distingue les cellules reproductrices, les cellules nourricières, les cellules interstitielles : quels sont, parmi ces trois sortes d'éléments, ceux qui interviennent dans le déterminisme des caractères sexuels secondaires ? En ce qui concerne les Mammifères, depuis les recherches classiques de Bouin et Ancel, il ne paraît pas y avoir de doute : ce sont les cellules interstitielles. Pour les Oiseaux et les Batraciens, les avis sont partagés; certains auteurs, parmi les plus récents, localisent la sécrétion interne dans les cellules nourricières et les cellules germinatives; d'autres, dans les cellules interstitielles. On aurait évidemment mieux aimé, du point de vue théorique, qu'une fonction aussi importante soit dévolue, dans les limites du même groupe des Vertébrés, à des tissus analogues. Cependant, s'il était exact que, chez les Batraciens, les cellules séminales se chargent de la production d'hormones sexuelles, à l'exclusion des cellules interstitielles, il n'y aurait qu'à s'incliner devant le fait ; mais il ne paraît pas qu'il soit établi de façon certaine. Quoi qu'il en soit, chez les Poissons, d'après M. Robert Courrier, de Strasbourg, les cellules séminales n'interviennent sûrement pas, et il est probable que c'est bien le tissu interstitiel qui détermine les caractères sexuels secondaires (*Archives d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie*, T. II, p. 115, 1922).

L'Epinoche d'eau douce, *Gasterosteus aculeatus*, présente des caractères secondaires bien marqués ; au moment de la reproduction, qui, en Alsace, a lieu au printemps, la femelle garde sa teinte d'hiver : dos brun-verdâtre, gorge et ventre blancs ; le mâle au contraire a la gorge et le ventre d'un rouge écarlate, son dos est gris et ses yeux vert émeraude. La belle livrée nuptiale du mâle est surtout développée aux mois de mai et de juin ; elle s'atténue vers la fin de l'été, et est à peu près disparue en automne. M. Courrier montre qu'en outre de cette pigmentation spéciale le mâle se distingue de la femelle par une sécrétion rénale particulière, qui elle aussi présente une évolution cyclique. En effet, pendant la période de la reproduction, le rein chez le mâle se trouve profondément modifié. Dans une partie seulement de la longueur du tube rénal, le glomérule et la première partie du tube gardent l'aspect normal et continuent à assurer sans doute le fonctionnement ordinaire du rein. Mais le segment à bordure en brosse sécrète un produit particulier sous la forme de grosses granulations, et la portion suivante ainsi que le canal collecteur ont leurs cellules épithéliales transformées en cellules muqueuses. Ces phénomènes sécrétoires particuliers au niveau du rein disparaissent à la fin de l'été ; examiné en septembre le rein de l'Epinoche mâle ne diffère point du rein de la femelle.

L'évolution cyclique du tissu interstitiel n'est pas moins nette. Examiné au mois de mars, le testicule présente des ampoules séminifères distendues et étroitement appliquées les unes contre les autres ; les espaces intertubulaires sont presque virtuels. Au mois de mai, au contraire, chez un mâle bien rouge, ces espaces sont considérablement élargis, richement vascularisés, et contiennent, en outre du tissu fibreux, un grand nombre de cellules de structure nettement glandulaire, orientées vis-à-vis des capillaires sanguins. Les cellules en question proviennent des leucocytes qui à une époque déterminée de l'année pénètrent en masse entre les tubes séminifères et se différencient en éléments glandulaires interstitiels. Cette origine si curieuse des cellules endocrines n'est pas sans exemple ; déjà Bouin et Ancel ont décrit, chez le Cheval, des nodules lymphoïdes situés entre les tubes séminifères, et dont les leucocytes, à un certain moment, se transforment en cellules interstitielles glandulaires.

D'après M. Courrier, les éléments séminaux : spermatogonies, spermatocytes et spermatides ne déterminent certainement pas les caractères sexuels secondaires. Très nombreux en hiver, moment où les différences sexuelles font défaut, ils disparaissent au printemps. En maintenant les Poissons en hiver à une température constante de 17°, on peut activer la spermatogenèse ; la glande génitale devient distendue par une quantité énorme de sperme comme dans la période des amours ; malgré cela, on n'observe ni sécrétion rénale, ni livrée de noces. Quant aux cellules nourricières, elles existent toujours en faible quantité, et en aucun moment ne deviennent glandulaires. Reste donc la glande interstitielle. Sans être absolument affirmatif — ce qui dépasserait la portée de ses observations, — M. Courrier insiste sur le synchronisme des phénomènes : le développement maximum de la glande endocrine correspond à l'apparition des caractères secondaires; sa régression correspond à la disparition de ces caractères. A. Drz.

Hygiène

Les antiseptiques et la conservation des denrées alimentaires. — La question de la conservation des denrées alimentaires présente un puissant intérêt économique et social.

Conserver les aliments dès le moment de leur production afin de pouvoir les utiliser dans la suite, au fur et à mesure des nécessités, est évidemment un problème très complexe, variable suivant les cas, et qui ne peut être résolu par un procédé unique.

L'aération, la dessiccation, le boucanage, le fumage, étaient les procédés les plus ordinairement employés jusqu'aux travaux de Pasteur.

La conservation à l'abri de l'oxygène (Appert) fournissait des résultats inconstants avant la découverte des germes anaérobies et tous les travaux de l'école pasteurienne. (M. F. Bordas. *Bull. de la Soc. de Chimie indust.*, t. III.)

La connaissance du mécanisme de la désintégration des matières organiques, sous l'influence des germes microbiens et des diastases, a provoqué une évolution totale au point de vue du mode de conservation des denrées alimentaires, et on peut même dire que le meilleur procédé de conservation est devenu le meilleur procédé de lutte contre le développement des microbes.

Contrairement à ce qu'on aurait pu croire, l'industrie n'a pas d'abord dirigé ses recherches du côté de l'asepsie, évidemment assez difficile à réaliser dans la pratique extensive, mais vers des moyens plus commodes qui consistaient à rendre le milieu impropre au développement des bactéries, grâce à l'action de

certains produits chimiques plus ou moins bactéricides.

Les antiseptiques présentent de graves inconvénients que l'on peut résumer en inconvénients d'ordre pratique et inconvénients d'ordre moral.

Dans le premier cas, il y aura tendance à utiliser l'antiseptique le plus énergique agissant sous la plus faible dose ; ici, l'industriel perd de vue qu'un pareil effet ne peut être obtenu sans de graves dangers pour le consommateur.

Dans le second cas, étant donné la présence même de l'antiseptique qui doit conserver sans altération ultérieure les denrées alimentaires, point n'est besoin de rechercher la fraîcheur initiale de la matière première ni de prendre des précautions spéciales au cours de la fabrication ; l'antiseptique autorise et couvre toutes les négligences.

De là, ces nombreux cas d'intoxication plus ou moins mal définis, dus à des conserves alimentaires.

Tous les Congrès d'Hygiène, de Médecine Générale, de Laiterie, etc., ont émis des vœux tendant à proscrire les antiseptiques dans les matières alimentaires.

C'est un fait admis en théorie par tous les hygiénistes, ce qui n'empêche pas quelques Etats, sous couvert de liberté commerciale, d'autoriser l'usage de divers antiseptiques, à la seule condition que l'étiquette de la boîte de conserve mentionne la nature et la dose de l'antiseptique.

On peut espérer que ces pratiques représentent le dernier soubresaut de la crise de l'antiseptique comme conservateur des denrées alimentaires.

Le développement considérable des procédés de fabrication des conserves alimentaires dans les pays d'abondance, en vue d'une exportation extensive vers les régions profondément troublées par la guerre mondiale, a conduit à envisager la nécessité de garanties indispensables à exiger en ce qui concerne les stocks énormes de marchandises amoncelées pendant des mois dans les entrepôts de toute nature.

Ces garanties sont nécessaires tant au point de vue de la santé publique qu'au point de vue de la loyauté des transactions commerciales.

Les produits alimentaires conservés soit par stérilisation à la chaleur, soit par congélation ou réfrigération, peuvent avoir été fabriqués depuis fort longtemps sans que l'acheteur ou le consommateur puisse en être prévenu.

Il importe donc, comme on l'a réclamé pour certaines conserves de poissons, que la date de fabrication soit inscrite de façon visible, *quel que soit le procédé de conservation employé.*

Dans le cas de conserves enfermées dans des récipients en fer-blanc, le problème n'offre pas de difficulté; il faudrait que les mêmes renseignements soient fournis à l'acheteur lorsqu'il s'agit de conserves congelées. Les viandes congelées, les beurres réfrigérés, etc., peuvent porter sur les emballages des marques spéciales indiquant leur date d'origine, ainsi que des *cachets types* faisant connaître les différents entrepôts frigorifiques dans lesquels ces matières alimentaires auraient séjourné.

S. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Physique appliquée

Le physicien dans la pratique de l'ingénieur. — Les démarcations que jadis on avait coutume d'établir entre les diverses sciences tendent bien à s'effacer et la célèbre classification d'Auguste Comte ne saurait plus être regardée comme rigide. Nombre de jeunes sciences sont nées aux confins des anciennes, dont elles empruntent avec éclectisme les techniques et les disciplines. Ce sont autant de domaines nouveaux et féconds, témoin la physico-chimie dont les conquêtes, déjà étendues, ont profondément renouvelé nos idées sur la question antique et toujours passionnante de la constitution de la matière.

Dans une conférence récente devant *The Institute of Physico* (1), Sir Alfred Ewing a entretenu ses auditeurs du rôle du physicien dans la science appliquée. Il s'est efforcé de montrer à quel point il serait vain de tracer une délimitation entre deux branches de l'activité humaine, dont la collaboration a donné déjà de si excellents résultats ; il a invoqué à l'appui quelques exemples puisés dans l'histoire.

Selon Sir Ewing, le concours de la science et de la technique peut être triplement fructueux. Tout d'abord, les connaissances théoriques alimentent l'esprit d'invention du praticien, en lui permettant, soit d'ouvrir des voies nouvelles, soit de perfectionner les anciennes. Il se peut, d'autre part, que le physicien, systématisant ce qui était empirisme, clarifiant les idées, dirigeant les effets, révélant les possibilités et impossibilités, parvienne à faire progresser sa propre science, ce qui se passe entre autres choses pour la construction des instruments de précision. En troisième lieu, Sir Ewing remarque que lorsque les progrès de la physique ont affecté ceux de la technique, cela fut souvent sans intention de la part du savant et sans que, d'ailleurs, il reconnût toujours forcément lui-même la portée pratique de sa découverte. A ce propos, il rapproche le développement de la radiotélégraphie, d'observations anciennes de Lord Kelvin sur le caractère oscillatoire de certaines décharges.

Sir Ewing insiste surtout sur la Thermodynamique, dont la connaissance est fondamentale pour l'application. Il est intéressant de se souvenir comment des hommes, tels que Carnot, interprétaient et reliaient entre eux les phénomènes de chaleur et de force, et au prix de quels efforts on est parvenu aux conclusions qui paraissent si évidentes aujourd'hui.

En 1765, James Watt introduisit le condenseur dans la machine à vapeur, afin d'éviter les alternatives de chauffage et de refroidissement, désastreuses jusque là, dans les installations. Son travail expansif était en réalité un grand pas vers la notion de réversibilité, au sens de la Thermodynamique moderne. On lui doit aussi, outre le fameux indicateur, la découverte de faits expérimentaux qui servirent à Joseph Black pour sa théorie de la chaleur latente. Toutefois Watt ne vit pas explicitement que la machine travaille en prenant

(1) Engineering, 14 juillet 1922.

de la chaleur à un niveau élevé et en l'abandonnant à un niveau inférieur.

Il faut attendre jusqu'en 1824 pour trouver la pleine signification de cette chute de chaleur. C'est à cette époque que Carnot, dans ses « Réflexions sur la puissance motrice du feu » tente une théorie générale et indépendante de la puissance motrice en jeu. Il établit que le rôle de la vapeur se réduit à transporter le calorique des régions de haute à des régions de basse température ; il prouve que, de toutes les machines recevant la même provision de calorique, c'est celle dont toutes les actions sont réversibles qui fournit le rendement maximum. Carnot partageait encore la notion courante d'un calorique circulant à travers la machine, sans s'altérer en quantité. Plus tard cependant, après sa mort survenue en 1832, à l'âge de 36 ans, on devait retrouver des notes où il assimilait la chaleur à une puissance motrice du mouvement qui a altéré sa forme, de telle sorte que toute disparition de puissance motrice s'accompagnât d'une production de chaleur et réciproquement.

Ces notes posthumes restèrent longtemps ignorées et ne virent le jour qu'en 1878, quand la doctrine à laquelle elles se rattachent était déjà un lieu commun dans la science. Quant aux « Réflexions », c'est Clapeyron qui les tira pour la première fois de l'oubli en 1834, avec ses fameux diagrammes d'indicateur idéal comportant des lignes isothermes et adiabatiques.

En 1850, Clausius énonçait le second principe de la Thermodynamique, sous la forme que nous lui donnons maintenant, en tirant ses arguments des propriétés hypothétiques des gaz parfaits. Quant au premier principe, celui de la conservation, il ne fut en réalité que le second en date.

Expérimentalement depuis 1838, d'abord avec des machines électromagnétiques mues par batterie galvanique, Joule avait noté que la chaleur, apparaissant dans le circuit, diminuait si le moteur avait produit un travail. En 1847, à la *British Association* d'Oxford, dans un vaste exposé de la doctrine de la conservation, il établit l'indestructibilité essentielle de tout ce que nous nommons énergie. Il ne faudrait pas croire que le monde savant accueillit ces résultats immédiatement et sans réserve, bien que Heilbronn et Julius Robert Mayer eussent déjà donné en 1842, dans les *Annales de Liebig*, le principe de la conservation de la force. Si, d'accord avec Carnot, la capacité de produire du travail était perdue lors de la transmission de la chaleur d'un corps chaud à un corps froid, comment Joule pouvait-il prétendre que la chaleur fût égale à un travail et pût être convertie en travail ? Parmi les sceptiques se trouvait William Thomson, à qui ces résultats parurent incompatibles, surtout en 1850, lorsque Clausius formula le second principe, dont il est question ci-dessus. Ce n'est donc pas sans des discussions longues et ardues que la Thermodynamique parvint à s'édifier. Sir Ewing rappelle encore que, selon l'interprétation de Callendar, Carnot désignait effectivement par le terme calorique ce que nous nommons entropie, opinion que d'ailleurs, personnellement, Sir Ewing ne partage pas.

Pour le praticien, peu importe que l'entropie se définisse à partir des vues de Thomson ou de celles de Clausius. L'essentiel pour lui est de comprendre que sans l'étude de la Thermodynamique on ne peut espérer aucun progrès dans l'efficacité des machines et que, sauf par le concours de la science et de la technique, des industries telles que celles des turbines à vapeur, de la réfrigération et de la liquéfaction des gaz, celles de l'automobile et de l'aéroplane auraient été impossibles. Les derniers perfectionnements apportés par Claude, Linde et autres, pour la liquéfaction des gaz et le mécanisme de leur séparation, sont des recherches de physique pure. On peut dire de même des travaux de Dewar et des Kamerlingh Onnes, qui ont réussi à nous faire approcher de très près le zéro absolu.

En ce qui concerne l'application, que faut-il penser du développement si intense de la physique à l'heure présente ? Selon Sir Ewing, même parmi ces conceptions nouvelles qui déroutent parfois par leur hardiesse, sinon leur étrangeté, il en est qui viendront à leur tour inspirer les ingénieurs, pour le plus grand bien des générations futures.

S. VEIL.

Génie civil

Création de réserves d'énergie hydraulique aux altitudes élevées. — Les réserves d'eau pour l'énergie électrique peuvent souvent être faites à une altitude très élevée au-dessus des usines d'utilisation. On peut ainsi, par une accumulation d'eau en quantité relativement réduite, constituer des réserves d'énergie très importantes. Il en existe déjà plusieurs dans les régions montagneuses et l'on en crée sans cesse de nouvelles. Des installations de ce genre, très remarquables, vont être bientôt achevées en Haute-Savoie pour utiliser, comme réservoir, le lac de la Girotte, situé sur le territoire de la commune d'Hauteluce, à l'altitude de 1.723 m. Avec une superficie de 55 hectares, une profondeur atteignant 100 m. il cube 30 millions de mètres. Par un tunnel de 380 m. de longueur les eaux du lac, puisées à 80 m. de profondeur, s'écouleront dans une conduite forcée vers l'usine de Belleville qui utilisera une chute de 500 m.

Cette usine consommera l'énergie électrique disponible sur le réseau, pendant la période des hautes eaux, pour actionner des pompes chargées de refouler l'eau de divers torrents jusqu'au lac de la Girotte. Elle pourra élever une quinzaine de millions de mètres cubes par an, au moyen de pompes centrifuges très puissantes, à 6 roues, à pressions étagées, actionnées par des moteurs triphasés de 4.000 HP. Chaque pompe débitera 440 litres par seconde pour une hauteur manométrique de 530 m.

On doit remarquer que la réserve d'eau du lac servira non seulement à l'usine de Belleville qui utilise 500 m. de chute mais encore à toutes les usines situées à un niveau inférieur, jusqu'à Venthon. La réserve de 28 millions de m^3 servira utilement sur 1.370 m. de différence d'altitude représentant une énergie de 60 millions de kw-heures ou une puissance de 30.000 kw-constants.

D'autres réservoirs sont envisagés (Haute vallée de la Gitte : 1.560 m. d'altitude, 19 millions de m^3).

En avançant dans cette voie de la création des réserves d'énergie hydraulique en haute montagne, on pourra parer aux déficits d'énergie des périodes de sécheresse dans une mesure telle que l'énergie hydraulique pourra garder sa supériorité vis-à-vis de la houille noire. Ces installations faites pour les réseaux d énergie, d'importantes usines de métallurgie et de produits chimiques, ont été décrites par M. Sylvestre dans la *Houille-Blanche* (mai-juin 1922).

L. R.

Mines

Les mines d'étain de la Malaisie britannique. — La péninsule malaise est, avec les îles de Banka et de Billiton qui la prolongent au-delà de Singapour, le principal centre producteur d'étain du monde entier.

Les mines les plus importantes se trouvent surtout dans la partie la plus large de la Malaisie britannique, entre Ipoh et Koua-la-Lompour. La vallée de la Kinta, en particulier, fournit à elle seule le cinquième de l'étain mondial.

Le centre de la région est Ipoh, où de belles mines *françaises* ont fait la fortune de plusieurs capitalistes bordelais.

Le travail des mines y est surtout superficiel et se réduit souvent à des dragages de sables stannifères.

Par des digues, on provoque d'abord la formation d'étangs. Puis, une dragué désagrège et arrache la terre alluvionnaire, riche en minerai, et la rejette avec un fort courant d'eau dans une canalisation de bois, installée sur la drague, et disposée en chicane. La Cassitérite se dépose, tandis que les sables, plus légers, sont entraînés par l'eau. Avec une raclette, les ouvriers ramènent le minerai en un tas ; porté à l'atelier, ce minerai est lavé une seconde fois, avant d'être expédié.

Quand on atteint le niveau où la présence de roches dures ne permet plus les dragages, on procède à sec. La terre stannifère, enlevée à la pioche, est amenée par wagonnets près des grands plans inclinés. Un câble, tiré par des locomotives, la remonte à la surface, où elle passe ensuite aux laveries.

Dans d'autres cas, on procède par abatage hydraulique. L'eau minéralisée est aspirée ensuite par des pompes centrifuges spéciales dites « pompes à sable ». On creuse généralement jusqu'à 15-18 mètres ; au-dessous, on rencontrerait ordinairemnt, en effet, un bed-rock granulitique solide et non décomposé.

La mine de Tekkah compte 17 « moniteurs » produisant un travail d'abatage hydraulique intense. Ils sont alimentés par des conduites amenant les eaux courantes des montagnes voisines. En revanche les eaux sortant des laveries sont tellement chargées de sables que ces derniers obstruent fréquemment le cours des rivières, en contre-bas, produisant souvent des inondations imprévues qui attirent de sérieuses réclamations aux entreprises minières.

Les sables stannifères sont généralement blanchâtres. Mais, sur les fronts d'abatage, on constate aussi de nombreuses veines rouges, jaunes, grises ou brunes.

Les 17 moniteurs sont alimentés par des tuyaux en tôle aciérée amenant l'eau sous pression de l'usine électrique située à 12 kilomètres de là. Une rivière, de 1 m³ de débit à la seconde, tombe de 115 m. sur 3 groupes de roues Pelton à 400 tours à la minute, directement accouplées chacune à une dynamo de 500 HP. Le courant triphasé à 450 volts est, par transformateurs, porté à 900 volts, puis réduit à la mine à 400/450 volts pour la force, puis à 225 pour l'éclairage.

Au sortir des turbines, l'eau est recueillie pour les « moniteurs » et transportée sur 11 kilomètres, par des tuyaux de 75, 60 et 75 cm. de diamètre. Malgré une différence de niveau de 120 mètres, les frottements réduisent la pression à 5 kilogr., ce qui n'empêche pas les « moniteurs » de cracher un jet d'eau de 55 litres à la seconde, de 50 m. de long et de 20 m. de haut.

Les pompes aspiratrices centrifuges des eaux boueuses stannifères, mues chacune par un moteur de 125 HP., aspirent 250 litres de boues délayées à la seconde.

Moniteurs et pompes, s'usant très vite, sont fabriqués sur place et interchangeables.

Dans tout l'Extrême-Orient, aucune mine stannifère ne peut rivaliser actuellement avec celle de Tekkah pour l'installation. La main-d'œuvre y est très réduite et les bénéfices sont considérables. Depuis longtemps, la Société à remboursé son capital initial de 3 millions de francs.

A une quinzaine de kilomètres de Koua-la-Lompour, plusieurs mines stannifères importantes sont actuellement exploitées par la *Straits Trading Co*, autour de Sungei-Besi (en français : La Rivière du Fer).

Le travail d'extraction s'y fait à sec, comme dans une carrière ordinaire. Les sables stannifères sont chargés sur des wagonnets, que diverses voies ferrées amènent au pied d'un funiculaire. Celui-ci les remonte à la surface du sol. De puissantes pompes centrifuges électriques rejettent au dehors les eaux d'infiltration et de sources.

Les terres stannifères sont délayées dans de vastes cuves, à l'aide de grands crochets de fer mus électriquement. La boue liquide ainsi formée est alors entraînée vers les laveries, où l'étain, grâce à son poids, reste au fond, tandis que les boues plus légères sortent des sluices.

L'électricité est, aux mines de Sungei-Besi, fournie par des machines à vapeur. Le combustible provient de la mine de charbon de Rawang. DEBEAUPUIS.

Chauffage

L'utilisation de la chaleur perdue des fours rotatifs. — On brûle, dans un four rotatif travaillant par voie sèche, 240 kg. de charbon par tonne de ciment obtenue. Ces 240 kg. de charbon contiennent 40 kg. de cendres, 40 kg. de matières volatiles et 160 kg. de carbone fixe. Leur combustion donnera environ :

16.000	volumes	moléculaires	de CO^2
3.000	—	—	H^2O
70.000	—	—	d'Az^2
89.000			

Si l'on ajoute à ces 89.000 volumes moléculaires les 11.000 volumes moléculaires de CO^2 environ, sortant de la pâte, on arrive à une masse de fumées de 100.000 volumes moléculaires, dont :

— 27.000 de CO^2
— 3.000 de H^2O
— 70.000 d' Az^2

Ces 100.000 volumes moléculaires auront, dans la zone de décarbonatation de la pâte, une température minima de 900° et emporteront les quantités de calories suivantes :

CO^2	: 27.000 × 10,75	= 290.250
H^2O	: 3.000 × 9,6	= 28.800
Az^2	: 70.000 × 6,6	= 462.000
	Total.....	781.050

En pratique, les fumées étant à une température supérieure de 900°, on aura près de 900.000 calories disponibles.

Or, pour porter 1.500 kg. de pâte (nécessaires à la fabrication d'une tonne de ciment) à 900°, il faut

environ 270.000 calories. Il reste donc disponible, dans les fumées d'un four rotatif, au moins 600.000 calories et probablement beaucoup plus, parce que dans la zone de décarbonatation les fumées sont à plus de 900°. (M. J. Bied. *Bull. de la Soc. de Chimie industrielle,* t. III).

Dans la marche par voie humide, on brûle 320 kg. de charbon par tonne de ciment, ce qui donnerait 250.000 calories supplémentaires ; mais il faut évaporer 700 kg. d'eau contenue dans la pâte et on est dans une situation moins favorable.

Les 500.000 calories disponibles permettent, théoriquement, de vaporiser 500 kg. d'eau à la pression de 10-12 kg., lesquels pourraient donner, à 7 kg. de vapeur par kw-h., une force motrice de 70 kw-h. par tonne de ciment c'est-à-dire plus des deux tiers de la force motrice nécessaire à la fabrication. Malheureusement, on rencontre de grosses difficultés d'application pratique, dont la principale est le dépoussiérage. Les chambres de dépoussiérage abaissent la température des fumées et le procédé Cottrell est inapplicable à cause de la température desdites fumées. Néanmoins, dans l'ensemble, l'installation est intéressante et peut rendre des services. C'est ainsi qu'à Leimen, où l'on disposait d'anciens fours rotatifs de 25 mètres de longueur, on a trouvé plus économique de faire servir les fumées chaudes sortant des fours à la production de la force motrice, que de construire de nouveaux fours plus longs et utilisant mieux la chaleur. L. Fr.

Agriculture coloniale

Sélection du cacaoyer. — Un certain nombre d'indications sont données dans l'*Agronomie Coloniale* (12-1921) par M. M. Rigotard, sur la méthode que les planteurs de cacao pourraient adopter pour sélectionner les semences et améliorer ainsi peu à peu les rendements de leurs cultures. L'auteur conseille aux planteurs de mettre en observation un certain nombre de pieds de cacaoyers qui paraissent avantageux par leur rendement et d'effectuer des mesures et des pesées sur les fruits (cabosses) et les graines, en s'attachant à établir une corrélation entre les rendements observés et un caractère extérieur facile à examiner pour la distinction des variétés comme le degré d'allongement des cabosses ou rapport $\frac{\text{diamètre extérieur}}{\text{longueur totale}}$ L'auteur recommande d'éviter, pour une première sélection, la recherche de variétés trop différenciées par leur rendement et pouvant n'être que des variations anormales car, dit-il, on ne peut exagérer le rendement sans un développement concomitant des systèmes radiculaire et foliacé : on ne rompt pas sans risque l'équilibre entre les organes. L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Une nouvelle liste de prix pour 1922 vient d'être communiquée.

Prix généraux

Prix Alhumbert, 1,000 fr., M. Charles Mauguin, recherches sur la structure cristalline et sur les liquides cristallisés.

Prix Bordin, 3.000 fr., question posée : *De la tubérisation d'origine cryptogamique,* à M. Joseph Magron, pour son ouvrage: *Symbiose et tubérisation.*

Prix Lallemand, 1.800 fr., M. Paul Wintrebert, chef de travaux à la faculté des sciences de Paris, recherches sur l'apparition de la sensibilité et du mouvement chez les embryons des vertébrés.

Prix Vaillant, 4.000 fr., M. Vernadsky, membre de l'Académie des sciences de Pétrograd, minéralogie chimique.

Prix Houllevigue, 5.000 fr., M. Rodolphe Soreau, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, travaux sur l'aviation et son ouvrage : *Nomographie ou traité des abaques*

Prix Henri-de-Parville, 2.000 fr., M. R. Lespieau, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, pour son ouvrage : *La molécule chimique.*

500 fr., M. Léon Toraude, pharmacien de 1re classe, pour l'ensemble de ses publications historiques et, en particulier, pour son ouvrage : *Bernard Courtois et la découverte de l'iode.*

Prix Lonchampt, 4.000 fr., M. l'abbé Henri Colin, professeur adjoint à l'Institut catholique de Paris, pour ses travaux sur la physiologie végétale.

Prix Henry-Wilde, 4.000 fr., M. Carl Benedicks, directeur de l'Institut métallographique de Stockholm, pour l'ensemble de son œuvre scientifique et, en particulier, pour son ouvrage : *The homogeneous electro-thermic effect.*

Prix Caméré, 4.000 fr., M. Jules Bied, ancien élève de l'école polytechnique, pour son invention du ciment fondu de bauxite.

Prix Victor-Raulin (météorologie et physique du globe) : 1.000 fr., MM. Philippe Schereschewski, répétiteur de physique à l'Ecole Polytechnique, et Philippe Wehrlé, directeur du service des avertissements à l'Office national météorologique, pour leur mémoire : *Les systèmes nuageux.*

500 fr., M. Augustin Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, travaux sur l'intensité du rayonnement solaire.

Prix Gustave-Roux, 1.000 fr., M. l'abbé Teilhard de Chardin, professeur à l'Institut catholique, thèse sur les mammifères de l'éocène inférieur français.

Prix Thorlet, 1.600 fr., M. Adolphe Richard, répétiteur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Fondations spéciales

Fondation Lannelongue, 2.000 fr., Mmes Cusco et Ruck.

Prix des grandes Ecoles

Prix Laplace, M. Marcel-Louis Massenet, né à Meudon (Seine-et-Oise), le 4 novembre 1895, sorti 1er, en 1922, de l'Ecole Polytechnique.

Prix Rivot, 2.500 fr., partagé entre les quatre élèves sortis, en 1922, de l'Ecole Polytechnique avec les numéros 1 et 2 dans les corps des mines et des ponts et chaussées:

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

Fondation Trémont (1.000 fr.) : M. Clément Codron, professeur à l'Institut industriel du Nord.

Fondation Gegner : (2.000 fr.) M. Jules Geffroy, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures.

Fondation Hirn (2.500 fr.) : M. Emile Schwœrer, correspondant de l'Académie des sciences.

Fondation Henri-Becquerel (3.000 fr.) : M. Danjon, astronome à l'observatoire de Strasbourg.

Fonds Bonaparte (5.000 fr.) : Association lyonnaise pour le développement des recherches de paléontologie humaine et de préhistoire ; 2.000 fr. à M. C. Le Morvan, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

Fondation Loutreuil. — Subventions accordées : 8.000 fr., M. Désiré Bois, professeur au Muséum national d'histoire naturelle ; 1.000 fr., Observatoire national de Besançon ; 3.000 fr., M. Auguste Lebeuf, directeur de l'Observatoire national de Besançon ; 6.000 fr., M. Alfred Pérot, professeur à l'Ecole Poly-

technique ; 1.600 fr., Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, qui s'ajouteront à la somme de 8.000 fr. accordée en 1920 et non utilisée pour former un total de 9.600 fr. (5.000 fr., MM. Adrien Panisset, professeur, et Jean Verge, chef de travaux) ; 2.000 fr., MM. Edouard Bourdelle, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, et Rochon-Duvigneaud ; 2.000 fr., MM. Albert Henry, professeur, et Charles Leblois, chef de travaux à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort ; 600 fr., M. Gabriel Petit, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort ; 4.000 fr., M. François Maignon, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon ; 4.000 fr., M. Basset, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon ; 2.000 fr., M. G. Marotel, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon ; 2.500 fr., M. Charles Besnoit, directeur de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 2.000 fr., M. Jean Lafon, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 1.000 fr., M. Charles Hervieux, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 1.000 fr., MM. Charles Besnoit, directeur, et Victor Robin, chef de travaux à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 1.000 fr., M. J. Achard, ancien président de la Société entomologique de France ; 6.000 fr., Association amicale des élèves de l'Ecole nationale supérieure des mines ; 5.000 fr., Ecole supérieure de perfectionnement industriel ; 2.000 fr., M. Wilfrid Kilian, membre de l'Académie des sciences ; 5.000 fr., M. Emmanuel de Margerie, directeur du service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine ; 15.000 fr., M. Jean Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon ; 3.000 fr., M. Mugnier-Serand, maître de phares principal des travaux publics ; 15.000 fr., Académie des Sciences, pour la publication de l'inventaire des périodiques scientifiques dans les bibliothèques de Paris.

Fonds Charles-Bouchard. — 5.000 fr., M. G. Bohn, chef de travaux de zoologie à la faculté des sciences de Paris.

Fondation Henry-Le Chatelier. — Quatre subventions de 5.000 fr. : M. Paul Riou, professeur à l'Ecole supérieure de commerce de Montréal ; M. Ernest Toporescu, préparateur de l'Université de Jassy ; M. Paul Mondain-Monval, ingénieur de l'Institut de chimie appliquée ; M. Lafon, ingénieur des Arts et Manufactures.

— L'Académie vient de perdre le doyen de la section de chimie, M. Georges Lemoine, décédé le 14 novembre. Nous donnons plus loin une notice sur sa carrière et son œuvre.

Académie de médecine. — Dans la séance du 14 novembre, M. le professeur Carnot a été élu par 56 voix sur 70 votants dans la section de thérapeutique.

Le professeur Paul Carnot est né en 1869, à Limoges. Fils de Adolphe Carnot, qui fut professeur puis directeur de l'Ecole supérieure des Mines, et membre de l'Institut, M. Paul Carnot est médecin des hôpitaux depuis 1902. Agrégé en 1910, il fut appelé, peu de temps après, à la chaire de thérapeutique de la Faculté de médecine.

— L'Académie a émis le vœu suivant : « L'Académie, devant l'importance et le nombre des problèmes d'hygiène sociale et prophylactique actuellement à l'ordre du jour, émet le vœu que le Ministère de l'Hygiène soit non seulement maintenu, mais voie agrandir ses attributions en réunissant sous sa direction tout ce qui concerne l'hygiène et la santé publiques. »

Pain de seigle. — Un décret (10 novembre) autorise l'addition d'un maximum de 10 0/0 de farine de seigle à la farine de froment.

Académie d'agriculture. — M. Louis Rolley, ingénieur en chef du génie rural, est nommé membre correspondant de la section du génie rural.

Centenaire de Pasteur. — Le Comité d'organisation s'est réuni la semaine dernière pour la première fois, sous la présidence de M. Strauss, Ministre de l'hygiène. On sait qu'une somme de deux millions a été votée par le Parlement et qu'une Exposition est organisée à Strasbourg. Grâce à une souscription publique et à la générosité de la grande cité alsacienne un monument sera élevé devant l'Université. Des conférences de vulgarisation sur les travaux de Pasteur vont être organisées dans toute la France. Les fêtes de Paris, de Franche-Comté et d'Alsace s'échelonneront du 22 mai au 3 juin 1923. L'Exposition de Strasbourg ouvrira le 1er juin 1923 ; elle a pour Commissaire général M. le professeur Borrel.

Comité national d'aide à la recherche scientifique. — Un généreux anonyme a fait remettre à M. P. Appell, président du Comité, un titre de 60.000 fr. de rente. C'est un geste digne d'être signalé à l'attention publique.

En Allemagne, aux fêtes du centenaire de l'Université de Berlin, toutes les grandes et petites firmes industrielles et commerciales s'étaient groupées pour constituer un capital destiné aux Instituts des recherches scientifiques. Plusieurs millions de marks avaient été ainsi recueillis en quelques semaines.

Musée d'ethnographie. — Le Musée du Trocadéro vient d'augmenter ses collections et de présenter une exposition d'antiquités mexicaines inaugurée la semaine dernière par le Ministre de l'Instruction publique. M. le professeur Verneau présentait les nouvelles collections.

Vol à voile sans moteur. — L'aviateur Maneyrol qui, sur l'alerion Louis Peyret, avait pu tenir l'air pendant trois heures vingt et une minutes vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Alors que les crédits des Universités étaient en 1914 de 2.500.000 fr., ils s'élèvent en 1922 à 7.185.000 fr. Pour le Collège de France, le crédit est passé de 55.000 fr. à 224.000 fr. ; pour le Museum de 48.000 fr. à 224.000 fr.

Facultés de médecine et de pharmacie. — Les concours d'agrégation suspendus pendant la guerre sont rétablis (décret du 7 novembre) pour l'année 1923. Ils comprendront les sections suivantes : 1° Anatomie ; 2° Histologie ; 3° Physiologie ; 4° Physique médicale ; 5° Chimie médicale ; 6° Parasitologie et histoire naturelle médicale ; 7° Médecine ; 8° Anatomie pathologique ; 9° Pharmacologie ; 10° Maladies mentales ; 11° Chirurgie ; 12° Ophtalmologie ; 13° Obstétrique ; 14° Pharmacie et histoire naturelle. (*J. Off.*, 8 nov.).

Université de Paris. — La séance solennelle de rentrée aura lieu le samedi 26 novembre. La séance sera présidée par M. le recteur Appell qui conférera le titre de « docteur *honoris causa* » à plusieurs savants étrangers : deux savants belges : MM. Pirenne, professeur à l'Université de Gand, et Bordet, professeur à l'Université de Bruxelles ; trois Américains : l'hon. Elihu Root, ancien serétaire d'Etat, MM. Lawrence Lowell, président de l'Université de Harward, et Michelson, professeur à l'Université de Chicago ; deux Tchéco-Slovaques : MM. Masaryk, président de la République, et Bénès, ministre des Affaires étrangères ; à un Danois : le docteur Hellers, professeur à l'Université de Copenhague ; un Italien : le professeur Rajena, de l'Université de Florence, et enfin, un Suisse : le professeur Lugeon, de l'Université de Lausanne.

Faculté des Sciences. — L'enseignement pratique de la chimie va être modifié : M. le professeur Auger est nommé directeur du laboratoire, en remplacement de M. Ouvrard, décédé ; il y continuera ses leçons sur la chimie analytique.

— L'enseignement des mathématiques générales, inauguré par M. Appell, continue à attirer un grand nombre d'étudiants ; les leçons sont faites à l'amphithéâtre de l'Institut de chimie, qui peut contenir les 500 élèves appelés à les suivre.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences mathématiques, le 20 novembre, M. Beghus : « Etude théorique du compas gyrostatique Auschütz et Speng ».

— Pour le doctorat ès-sciences naturelles, le 23 novembre, M. Bourret : « Etude géologique du nord-est du Tonkin ».

— Le 24 novembre, M. Allorge : » Associations végétales du Vexin français ».

— Pour le doctorat d'Université, M. Ripet (22 novembre) : « Sur le rôle des alcaloïdes de la belladone ».

Collège de France. — Le Dr Capitan commencera son cours d'antiquités américaines le samedi 2 décembre, à 5 heures, et le continuera les mercredis et samedis à la même heure. Le mercredi, il étudiera le rôle social et ethnographique des classes dirigeantes dans l'ancien Mexique; le samedi, la Céramique funéraire antique, sa valeur magique et rituelle, l'outillage chez les Caraïbes dans l'antiquité.

Museum national d'histoire naturelle. — M. Georges Lecointre, licencié ès-sciences, est chargé des fonctions d'assistant de la chaire de géologie.

— M. le professeur Costantin commencera son cours le 25 novembre, à 14 heures, à l'amphithéâtre de la rue de Buffon, n° 2.

« Biologie végétale. Etude comparée de la Morphologie et de la Physiologie normale et pathologique.

Leçons pratiques, vendredis à 9 heures. Flores primaires et secondaires. L'enseignement sera complété par des manipulations histologiques et des promenades dans les collections.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Dans les nouvelles affiches du Conservatoire figure la liste des cours pratiques comportant, comme sanctions, des diplômes et des brevets; les affiches donnent, en outre, les conditions d'accès à ces enseignements. Des conférences spéciales sur « la production coloniale et ses rapports avec l'industrie » ont lieu tous les mercredis à 20 h. et les dimanches à 14 h. 30.

Université de Nancy. — La chaire de microbiologie de la Faculté de pharmacie est vacante (10 nov.).

Ecoles vétérinaires. — M. Leclainche, de l'Académie des Sciences, chef des services vétérinaires au Ministère de l'Agriculture, est nommé inspecteur général des Ecoles vétérinaires en remplacement de M. Barrier, nommé inspecteur honoraire.

R. L.

NÉCROLOGIE

Le chimiste Georges Lemoine. — Né à Tonnerre en 1841, M. Georges Lemoine entra à l'Ecole Polytechnique en 1858. Elève ingénieur à l'Ecole des Ponts-et-Chaussées en 1860, il publia, un an après sa sortie de cette Ecole, ses premières recherches personnelles : elles concernaient la découverte du sulfure de phosphore aujourd'hui utilisé dans la fabrication des allumettes. L'emploi du phosphore rouge l'amena à l'étude de la transformation allotropique de cet élément. Après avoir d'abord constaté qu'en vase clos les résultats sont identiques, quelle que soit la variété de phosphore soumise à l'action d'une température déterminée, il rattacha ces transformations à la dissociation.

En 1874, à Lille, au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, il faisait connaître ses premiers résultats touchant les lois de la dissociation des systèmes homogènes, et, en 1877, il publiait ses résultats et ses idées aux *Annales de Chimie et de Physique*. Ayant constaté l'identité d'équilibre des systèmes HI et H + I, il conclut de ses nombreuses expériences qu'à l'inverse des dissociations hétérogènes, un équilibre isotherme homogène dépend de la masse du composé et de celle des composants.

Ces données furent le point de départ d'une théorie mathématique des équilibres homogènes basée sur l'égalité des vitesses des deux réactions qui s'équilibrent, égalité admise par Berthelot dans son étude sur l'éthérification. Pour évaluer les vitesses, M. Lemoine eut recours au principe d'action de masse indiqué par Berthollet dans sa mécanique chimique. La formule satisfaisante ainsi trouvée différait beaucoup de celle que, de leur côté, Guldberg et Waage publiaient à la même date et qui prit seulement en 1879 la forme définitive aujourd'hui admise dans le monde entier.

Outre cette part dans l'établissement des formules mathématiques, outre son antériorité dans la détermination expérimentale des conditions nécessaires à l'équilibre gazeux homogène qui font de lui un initiateur incontestable des méthodes nouvelles, M. Lemoine, en fixant un point de la plus haute importance, s'est affirmé comme le continuateur autorisé des grands maîtres français du XIXe siècle. Il ne pouvait échapper à un ingénieur de sa valeur que ce qui importe dans la pratique chimique, ce n'est pas la fixation d'un équilibre, mais l'obtention rapide du produit utile. De là ses expériences variées sur les vitesses des réactions.

Déjà en admettant que cette vitesse croît en raison des masses en présence, et en sanctionnant cette hypothèse par une équation rationnelle, M. Lemoine montrait à quel point la vitesse d'une réaction homogène était en rapport avec la pression gazeuse. D'autre part, en précisant expérimentalement l'action des corps poreux, il établissait que les catalyseurs accélèrent les réactions exothermiques sans en changer la limite, à la manière des accroissements de pression; tandis que la réalisation de l'équilibre exigeait généralement un temps fort long. Sans cesse il est revenu sur ce sujet.

Les études quantitatives sur la marche d'une réaction chimique effectuées d'une part sous l'influence de la lumière à température constante, et d'autre part sous celle de la chaleur dans l'obscurité ont montré que ces deux modes d'action obéissent aux mêmes lois; la lumière n'ayant d'autre effet que d'accélérer les transformations. Nous ne ferons que mentionner les publications de M. Lemoine sur l'unité de la matière, les poids atomiques, etc.

Cette suite de travaux fit attacher M. Lemoine à l'Ecole Polytechnique, comme répétiteur en 1871, comme examinateur des élèves, finalement comme professeur en 1897.

L'Académie des Sciences lui ouvrit ses portes en 1899.

Dans toutes les fonctions qu'il a remplies, M. Lemoine s'est distingué par une extrême conscience. Ceux qui l'ont approché ont apprécié sa droiture et sa bonté. On pouvait être en désaccord avec lui, mais il était impossible de ne pas s'incliner devant sa haute dignité morale. Il laisse à sa famille le souvenir de toute une vie impeccable de travail, sans autre règle que le devoir. Ses enfants, en suivant son exemple, ont illuminé ses dernières années d'une joie intense et d'une fierté légitime. » C'est, a dit Bossuet, une consolation en mourant, de laisser son nom en estime parmi les hommes et, de tous les biens humains, c'est le seul que la mort ne peut nous ravir. »

Albert COLSON.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 30 octobre 1922

GÉOMÉTRIE. — *d'Ocagne*. **Sur la représentation plane de l'espace.**

THÉORIE DES GROUPES. — *de Séguier* (prés. par M. Appell). **Sur les diviseurs de certains groupes linéaires galvisiens.**

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel* (transm. par M. André Blondel). **Sur le régime turbulent.**

Dans une série nouvelle d'expériences, M. Camichel met en évidence que divers obstacles entièrement différents placés sur le trajet d'un liquide en mouvement peuvent donner à celui-ci le même degré de turbulence et que ce degré de turbulence ne peut être dépassé.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *M. Maggini* (prés. par M. Bigourdan). **Sur le rôle que la dispersion anomale peut jouer dans les spectres des étoiles.**

Le déplacement de certaines raies isolées d'un spectre stellaire est parfois en désaccord avec le déplacement général du spectre sous l'influence soit de la pression, soit de la vitesse radiale (effet Döppler). La cause peut alors en être attribuée à la dispersion anomale. De l'étude des triplets qui appartiennent à la première ou à la deuxième série secondaire de Mg, Ca, Zn, Cd, on peut déduire en particulier que l'intensité de la dispersion anomale va en diminuant avec la réfrangibilité de la raie ; les déplacements des raies de l'hydrogène et de l'hélium sont, ainsi que l'a trouvé Adams, proportionnels à la longueur d'onde. Dans le cas des raies H, K du calcium et les raies D du sodium, on n'observe que le déplacement dû à la vitesse radiale.

ASTRONOMIE. — *R. Goudey* (prés. par M. G. Bigourdan). **Sur une variation périodique annuelle de la marche des pendules.**

L'étude de la marche de la pendule Fénon 45, de l'observatoire de Besançon, met en évidence un retard par rapport à la marche moyenne annuelle, des premiers jours de janvier jusque vers le 10 avril. Du 10 avril au 11 septembre, la marche est sujette à des fluctuations assez indécises. A partir du 11 septembre, la pendule avance sur la marche moyenne jusque vers la fin de l'année.

— *Giacobini* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de la comète Baude, faite à l'observatoire de Paris (équatorial de l'Est).**

Les observations ont eu lieu les 23, 24, 25 octobre ; la comète avait une étendue de 10″ environ, avec un noyau de 12e grandeur environ.

— *P. Chofardet* (transm. par M. B. Baillaud). **Observation de la comète Baade (1922 c), faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Besançon.**

On a fait deux observations le 24 octobre ; la comète était de 11e grandeur, avec une tête ronde, large au plus de 20″ à 25″ et un noyau central ; la chevelure semblait vaguement s'allonger vers l'Est.

— *A. Schaumasse* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de la comète Baade, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.**

La comète a été observée les 23, 26 et 27 octobre ; sa grandeur était 10,5 et elle était formée d'une condensation diffuse entourée d'une nébulosité de 1′5 d'étendue, allongée dans la direction opposée au Soleil.

TOPOGRAPHIE. — *Poivillers* (prés. par M. Bigourdan). **Sur un nouveau « Stéréo-autographe ».**

On obtient avec cet appareil le tracé automatique de tous les éléments de la carte (planimétrie, courbes de niveau, coupes de terrain à n'importe quelle échelle), en partant de deux photographies distinctes du terrain, prises de points de vue quelconque et dans des directions également quelconques.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Louis de Broglie* et *A. Dauvillier* (prés. par M. E. Bouty). **Sur les analogies de structure entre les séries optiques et les séries de Rontgen.**

Cette analogie s'explique, au point de vue de la théorie de Bohr, par le fait que les niveaux internes K, L, M, etc., sont respectivement caractérisés par le même nombre total de quanta que les premiers niveaux virtuels extérieurs à la dernière couche électronique. Or à ces derniers niveaux, correspondent les séries optiques.

MAGNÉTISME. — *A. Sellerio* (prés. par M. E. Bouty). **Les effets axiaux du champ magnétique, analogues à ceux de Righi-Leduc et de Ettingshausen.**

M. Sellerio a déjà fait connaître l'effet thermogalvanique *axial*, ou parallèle au champ magnétique ; il vient de découvrir expérimentalement les analogues des effets transversaux: thermo-thermique ou de Righi et Leduc et galvano-thermique ou de Ettingshausen déjà connus. Cette recherche a été conduite de la même manière que pour l'effet thermogalvanique axial, mais il a été plus difficile de mettre les phénomènes en évidence, à cause de leur petitesse.

PHOTOGRAPHIE. — *Carl Benedicks.* **Une étude de la déformabilité de la couche photographique.**

Cette question présente de l'intérêt au point de vue des conclusions que l'on peut tirer de l'observation de la couronne solaire, lors d'une éclipse, quand il s'agit de mesurer la déviation de la lumière par le champ de gravité du Soleil (en vue de vérifier une conséquence de la théorie d'Einstein). La technique employée par M. Benedicks pourrait être encore améliorée et donner une très grande précision. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J.-A. Muller* (prés. par M. A. Haller). **Sur le degré de polymérisation moléculaire des corps à l'état critique.**

Cette étude a porté sur une cinquantaine de corps. La molécule d'hélium, ne serait pas polymérisée, $n=0{,}923$; pour les autres corps n est compris entre 1,227 (H) et 2,025 (acétonitrile). Les hydrocarbures benzéniques ont un degré de polymérisation compris entre 1,39 et 1,45. L'influence de l'isomérie est peu sensible ; c'est ainsi que l'acétate de propyle et la propionate de méthyle ont le même degré de polymérisation.

— *René Dubrisay* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Action de l'acide borique sur la mannite en solution alcaline.**

Utilisant la méthode d'analyse *physico-chimique* qu'il a fait connaître et qui consiste à mesurer les températures de miscibilité, M. Dubrisay étudie l'action bien connue de l'acide borique sur la mannite en présence des alcalis. Il mesure en outre le pouvoir rotatoire et la tension superficielle. Les réactions sont toujours incomplètes, car aucune discontinuité n'apparaît sur les courbes.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Bonnier* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur les dosages des carbonates alcalins en présence de la phtaléine du phénol.**

Il convenait de préciser les conditions d'emploi de la méthode directe de Warder, ou indirecte de Winkler pour obtenir un bon virage. On a fait varier tous les facteurs, titre des solutions, action de masse, température, mode de versement et coloration initiale. C'est la coloration initiale qui présente de l'importance.

— *L.-J. Simon.* **Sur le rôle de l'oxyde chromique dans l'oxydation sulfochromique.**

Poursuivant ses études sur le dosage du carbone dans les matières organiques, en se servant du mélange sulfochromique à 100°, l'auteur montre que si on opère au-dessus de 100°, il n'y a pas de dégagement d'oxygène, alors qu'au-dessous de 100°, si on prolonge la

chauffe, il se dégage de l'oxygène. Le dégagement augmente, si on ajoute un sel de chrome ou mieux de sesquioxyde de chrome ; l'acide acétique et ses homologues peuvent alors être oxydés. Ce rôle du catalyseur oxydant mérite d'être étudié d'une manière plus approfondie. A. RIGAUT.

PALÉOBOTANIQUE. — *Paul Bertrand* (prés. par M. Ch. Barrois). **Sur les flores houillères de la Sarre.**

La zone à *Neuropteris tenuifolia* Schl. (assise des charbons gras) de la Sarre correspond à peu près à la zone à *N. tenuifolia* et *Linopteris* sub. *Brongniarti* Gr. E. (assise de Bruay) du Nord de la France.

La zone à *Pecopteridium Defrancei* Brongn. (flambants inférieurs) n'est pas représentée dans le Nord de la France, ni en Belgique, ni en Westphalie, ni dans le Gard.

La zone à *Mixoneura ovata* (flambants supérieurs) paraît correspondre exactement à la zone à *Mixoneura flexuosa* du Gard.

Les couches inférieures d'Ottweiler représentent la série de Rive-de-Gier ou la série supérieure de Molières dans le Gard.

OCÉANOGRAPHIE. — *R. Legendre* (prés. par M. J.-L. Breton). **Variations diurnes de la concentration en ions hydrogène de l'eau de mer littorale.**

La concentration en ions H de l'eau de mer littorale varie pendant la journée. C'est vers 3 heures de l'après-midi que la teneur en ions OH, l'alcalinité réelle, est la plus grande.

La baie de la Forêt, avec ses quelque 30 km² de prairies sous-marines, forme un vaste champ d'assimilation chlorophyllienne dont l'activité se révèle dans les variations de teneur en oxygène et de concentration de ions H de l'eau qui baigne le port de Concarneau.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *S. Metalnikow* (prés. par M. F. Mesnil). **Dix ans de culture des Infusoires sans conjugaison.**

Les expériences relatées dans cette Note prouvent qu'il n'existe aucun rapport entre la multiplication et l'âge de la culture, c'est-à-dire que la rapidité de la multiplication n'a pas diminué pendant les 10 années de la vie de la culture. Elles prouvent aussi que la conjugaison n'est point obligatoire ; que la cellule, dépourvue de la possibilité de se conjuguer, ne dépérit pas par dégénérescence sénile, mais qu'elle se multiplie avec la même énergie qu'auparavant.

La rapidité de la multiplication varie presque chaque jour. Parfois elle monte jusqu'à trois générations par jour, parfois elle tombe à zéro ; ces oscillations, ces variations du rythme de la multiplication sont très marquées dans toutes les cultures.

PHYSIOLOGIE. — *C. Delezenne* et *Mlle Suzanne Ledebt* (prés. par M. Roux). **Sur la transmission en série du pouvoir protéolytique initialement conféré au suc pancréatique inactif par l'entérokinase.**

Lorsqu'on a soin d'opérer à basse température (au voisinage de 0°, de préférence), on observe qu'en partant d'un premier suc pancréatique dont l'activation a été elle-même réalisée à 0° par la kinase, on peut transmettre en série cette activation initiale et la suivre de suc en suc, pour ainsi dire indéfiniment.

Il suffit de porter pendant quelques minutes à 39° les mélanges activés au préalable à 0° pour voir disparaître complètement leur faculté de provoquer une nouvelle activation, alors qu'ils conservent presque intégralement leur pouvoir protéolytique.

— *René Wurmser* et *Raymond Jacquot* (prés. par M. Henneguy). **Sur la relation entre l'état colloïdal et les fonctions physiologiques du protoplasme.**

Les auteurs établissent, par diverses expériences, que dans les deux fonctions essentielles de la vie des végétaux, respiration et assimilation chlorophyllienne, l'état des colloïdes cellulaires joue un rôle important. C'est ainsi que, chez les algues marines, les modifications produites par le chauffage réduisent plus fortement la fonction assimilatrice que la fonction respiratoire de l'algue. Alors que la photosynthèse est abaissée au 1/100 de son intensité normale lorsque l'algue a été chauffée à 41°, le même traitement a abaissé à peine la respiration à la moitié de sa valeur normale.

ZOOLOGIE. — *A. Pézard* et *F. Caridroit* (prés. par M. E.-L. Bouvier). **Interpénétration surrénalo-testiculaire chez des coqs castrés incomplètement.**

Il résulte de la pénétration phœochrome que le testicule aspermatogène réalise, ainsi que le tissu cortical, des conditions de milieu qui permettent aux éléments médullaires de continuer à vivre et à sécréter l'adrénaline.

D'autre part, on sait que le tissu cortical et le tissu séminal ont une parenté ontogénique, dérivant l'un et l'autre de bourgeons contigus de l'épithélium cœlomique : cette parenté embryologique se trouve corroborée par la possibilité d'entrer tous deux en connexion avec la cellule phœochrome.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur l'évolution des Infusoires des Lamellibranches. Relations des Hypocomidés avec les Ancistridés. Le genre *Hypocomides*, n. gen.**

Les *Hypocoma* sont, non pas des Acinétiens méoténiques, mais des Ancistridés, qui, de commensaux, sont devenus parasites grâce au développement de leur suçoir fonctionnant comme organe fixateur et absorbant. La disparition de la bouche, la régression de la zone adorale et de la ciliature générale sont les conséquences de cette condition parasitaire. Seule l'aire thigmotactique s'est conservée, leur permettant de ramper sur leur support et de se déplacer lorsque les cellules attaquées sont épuisées.

BACTÉRIOLOGIE. — *Et. Burnet* (prés. par M. Roux). **Sur les rapports du *B. Abortus* (Bang) et du *Micrococcus melitensis*.**

Ni les caractères de forme et de culture, ni le pouvoir pathogène pour le cobaye, ni les réactions dites d'immunité ne permettent de distinguer le *B. abortus* du *M. melitensis*.

La seule différence qui subsiste entre eux étant celle de leur pouvoir pathogène pour les singes et, vraisemblablement, pour l'homme, on ne peut actuellement concevoir leurs rapports que sur l'exemple de ceux qui existent entre le bacille tuberculeux humain et le bacille tuberculeux bovin.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Dumas, D. Combiesco* et *J. Baltiano* (prés. par M. Roux). **Action des toxines tétanique et diphtérique per os.**

Il est facile de reproduire le tétanos expérimental du cobaye en faisant ingérer à l'animal, en plusieurs repas, 3 cm³ à 10 cm³ de toxine tétanique. Le lapin reste bien portant même après ingestion de 24 cm³ de toxine tétanique.

Cet animal est au contraire plus sensible que le cobaye à l'ingestion de toxine diphtérique. On peut ce-

pendant provoquer l'intoxication diphtérique en faisant absorber au cobaye 7 cm³ de toxine qui tue le cobaye au 1/1000 de centimètre cube. P. GUÉRIN.

Séance du 6 novembre 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Serge Bernstein.* **Sur le développement asymptotique de la meilleure approximation par des polynomes de degrés infiniment croissants des fonctions rationnelles.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Berger Meidell* (prés. par M. Emile Borel). **Sur un problème du calcul des probabilités et les statistiques mathématiques.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P.-J. Myrberg* (Rectification). **Sur les singularités des fonctions automorphes.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *J. Le Roux* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur la gravitation dans la mécanique classique et dans la théorie d'Einstein.**

L'hypothèse d'Einstein est incompatible avec l'existence des actions mutuelles et des perturbations telles qu'on les considère dans la mécanique classique. Les conséquences tirées de ce point de vue conduisent à constater que « la théorie d Einstein, dans son état actuel, ne permet ni d'expliquer ni de prévoir, même avec l'approximation la plus grossière, le mouvement séculaire du périhélice de mercure.

OPTIQUE. — *Louis de Broglie* (prés. par M. Deslandres). **Sur les interférences et la théorie des quanta de lumière.**

La notion de périodicité est indispensable pour l'explication des phénomènes d'interférences, de diffusion et de dispersion de la lumière. Il est facile de l'introduire dans l'hypothèse des ondulations ; il n'en est pas de même dans la théorie des quanta de lumière. M. de Broglie développe une idée tirée des propriétés du rayonnement noir, qui est susceptible de faciliter la construction d'une théorie en harmonie avec l'existence des quanta de lumière.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Albert Baldit* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Mesures magnétiques dans le Sud de la France.**

Les mesures sont relatives à 58 stations réparties non seulement dans le Sud, mais dans l'Est et le Centre de la France. Les stations communes avec celles de Moureaux permettent de déterminer la variation séculaire des éléments magnétiques entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 :

	GROUPES	
	Est et centre	Sud
Déclinaisons : D,	— 3°4'5	— 2°58'3
Inclinaisons : I,	— 0,36,2	— 0,44'5
Composante horizontale : H,	+ 0,00197	+ 0,00249

A la station du Val Joyeux, pendant la même période, les variations ont été : pour D, —2°58′ ; pour I, 0°32′ ; pour H, 0,00015. Ainsi, pour la déclinaison, le groupe Sud donne exactement la valeur du Val Joyeux.

Une forte anomalie est mise en évidence, dans la Haute-Loire, au voisinage de la chaîne des monts du Velay. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Analyse magnétique des silicates et des acides siliciques.**

L'auteur a déjà appliqué la magnétochimie à des études intéressantes d'ordre théorique et pratique. Les susceptibilités magnétiques des éthers siliciques conduisent à la connaissance de groupes siliciés. L'analyse magnétique des silicates et des prétendus acides siliciques $Si(OH)^6$, $SiO(OH)^2$ $Si^2O(OH)^6$ montre que, comme l'avaient déjà signalé Van Bemmelen et M. Le Châtelier, il n'existe pas de composés siliciques définis. Ces corps sont constitués par de la silice anhydre à l'état de suspension colloïdale.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Brochet* (prés. par M. A. Haller). **Sur la préparation du nickel actif pour la catalyse organique.**

Dès 1911, l'auteur avait étudié cette préparation en opérant sur 500 échantillons établis dans des conditions variées.

L'oxyde de nickel hydraté du commerce donne, par réduction à 300°, un bon nickel actif, mais pyrophorique et qui, traité par le gaz carbonique, perd l'hydrure inflammabble ; on obtient le « nickel-carbonique ». On peut obtenir des nickels actifs, en partant du formiate ou de l'oxalate.

— *A. Aubry* et *E. Dormoy* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur un glucoside arsenical : le diglucosido-dioxy-diamino-arséno benzene.**

Le glucose réagit sur les fonctions amines du dioxy-diamino-arsénobenzène, pour donner un diglucoside hydrolysable que l'on peut stabiliser par addition de glucose. Les fonctions amines semblent bloquées. La faible hydrolyse, que l'on observe, paraît correspondre à la fixation du glucose sur les fonctions phénol mais non sur les groupements amines.

A. RIGAUT.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lindet.* **A propos de la coagulation du latex.**

L'auteur rapproche la réaction signalée par M. Vernet (influence exercée par le chlorure de calcium sur la coagulation du latex de l'*Hevea brasiliensis*) de celle qu'il a publiée antérieurement, relative à la coagulation de la caséine du lait. L'addition de chlorure de calcium à du lait cru ou cuit précipite les phosphates et citrates alcalins à l'état de sels de calcium et les caséines solubles privées de leur dissolvant augmentent légèrement le poids du caillé. D'autre part, le coagulum est d'autant plus abondant qu'il est plus minéralisé. C'est là une analogie de plus entre le lait des animaux et le lait de caoutchouc.

PHYSIOLOGIE. — *Jean Effront.* **Sur l'absorption de la pepsine et de l'acide chlorhydrique par les aliments.**

Les pulpes des légumes et des fruits absorbent à la fois les acides et les pepsines. Cette absorption est en relation avec l'état colloïdal de la pulpe. Les pommes et poires ont un pouvoir absorbant relativement faible pour les pepsines et les acides. Les salades de blé, les salades frisées accusent un pouvoir absorbant peu intense pour les pepsines et très prononcé pour les acides. Les légumes cuits agissent à la fois très énergiquement sur les acides et les pepsines.

L'absorption de la pepsine par la pulpe dépend aussi, souvent, de la réaction du milieu ; en général, cette absorption augmente avec l'acidité.

En règle générale, les purées de légumes peuvent être d'une grande utilité quand il s'agit d'une hyperacidité, mais le même régime peut devenir nuisible quand on se trouve en présence d'un suc pauvre en pepsine ou en acide, ou quand les deux se trouvent en quantité insuffisante.

— *Bezssonoff* (prés. par M. Roux). **Effets sur les cobayes d'une préparation antiscorbutique.**

L'huile de foie de morue exerce sur les cobayes une action nocive déjà à la dose de 70 mg. par jour ; cet effet peut être contre-balancé par une dose forte de produit antiscorbutique. La qantité d'éléments antiscorbutiques contenus dans 1/10 de gramme d'un pro-

duit de ce genre (poudre obtenue en partant d'un jus de chou déféqué et évaporé dans le vide) se montre suffisante pour assurer le développement normal des cobayes pesant plus de 600 gr.

LITHOLOGIE. — *Pereira de Sousa.* **Sur les roches éruptives de la bordure mésozoïque et cainozoïque de l'Algarve et leur âge géologique.**

Ces roches présentent les affinités les plus étroites avec les roches basiques de la « Serra de Monchique » et de ses environs. L'identité lithologique des roches traversant la syénite néphélinique, le Carbonifère, le Jurassique et le Crétacique inférieur font maintenant penser à l'auteur que toutes les roches éruptives de la « Serra de Monchique » sont crétaciques ou post-crétaciques, c'est-à-dire du même âge que la « Serra de Cintra », où existent quelques roches analogues (mafraïte).

GÉOLOGIE. — *C. Kilian* (prés. par M. Emile Haug). **Aperçu général de la structure des Tassilis des Ajjer.**

Les sédiments siluriens jouent un rôle très important dans la constitution des Tassilis. La surface qu'ils occupent dans ces Tassilis est aussi grande que celle occupée par le Dévonien, de telle sorte que l'appellation de « Tassilis dévoniens » est absolument incompatible avec la réalité, et il convient de lui substituer celle de *Tassilis dévono-siluriens.*

PALÉONTOLOGIE. — *Sabba Stefanescu.* **Sur la vitesse de l'évolution et sur le plan général de structure de la couronne des molaires des mastodontes et des éléphants.**

L'auteur établit que la vitesse de l'évolution des molaires des mastodontes n'a pas été grande. Selon lui, il y a beaucoup de probabilité, sinon certitude, que *Mastodon arvernensis* et son proche parent *sivalensis* soient les ancêtres directs du phylum *meridionalis.* Il fonde cette opinion sur la différenciation des tubercules et sur le plan général de structure de la couronne.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E.* et *G. Nicolas.* **L'action de l'hexaméthylène tétramine sur les végétaux supérieurs.**

Aux doses de 0 gr. 1 à 0 gr. 3 par litre de solution l'hexaméthylènetétramine constitue un aliment pour le haricot. L'action favorable se traduit à la fois par une augmentation de poids de la plante et par un plus grand développement des feuilles, tant en surface qu'en nombre. Cette substance, d'ailleurs, se comporte de la même façon vis-à-vis des végétaux inférieurs.

— *Marin Molliard* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Influence des sels de cuivre sur le rendement du *Sterigmatocystis nigra.***

En même temps qu'il ralentit la croissance du mycélium, le cuivre détermine constamment un rendement moindre. Ce dernier fait s'explique par une respiration plus intense, correspondant à un entretien plus prolongé du mycélium. C'est ce que démontrent des expériences de mesure du gaz carbonique dégagé au cours des deux sortes de cultures. En présence du milieu normal, le *Sterigmatocystis* a dégagé dans les trois premiers jours de son développement un poids de gaz carbonique représentant les 0.413 du sucre utilisé, alors que dans les six premiers jours il s'est produit, en présence du sulfate de cuivre, un poids de gaz carbonique correspondant aux 0.568 du sucre disparu.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Adrien Davy de Virville* et *Fernand Obaton* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur l'ouverture et la fermeture des fleurs météoriques persistantes.**

Les mouvements quotidiens d'ouverture et de fermeture des fleurs météoriques persistantes dépendent presque uniquement de la température. L'abaissement de l'état hygrométrique de l'air favorise aussi l'ouverture de ces fleurs, mais très peu. Par contre, la lumière n'a aucune action, contrairement à l'opinion de divers physiologistes. Encore moins faut-il considérer ces mouvements comme le résultat d'une périodicité héréditaire.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). **Les variations de la concentration en ions hydrogène dans les marais salants, comme facteur biologique.**

Les nombreux réservoirs qui s'intercalent dans une saline pour se terminer par des cristallisoirs ou *œillets* peuvent renfermer des espèces différentes, et l'on admettait jusqu'ici que les étapes de la concentration saline réglaient cette distribution. L'auteur a pensé qu'un facteur physico-chimique, autre que la concentration saline, devait intervenir et il l'a cherché dans la variation de l'alcalinité, ou plutôt dans la concentration en ions hydrogène. Les résultats obtenus sont de nature à éclairer vivement le biologie de la faune des marais salants.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de mécanique appliquée, par Marcel Lamotte, professeur de Physique à la Faculté des Sciences, Chargé de Cours à l'Institut Electrotechnique de Toulouse. In-8° de 279 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 30 francs.

Les élèves des écoles techniques, et souvent même les physiciens, ont à maintes reprises éprouvé le besoin d'un ouvrage décrivant les principaux mécanismes, donnant de chacun d'eux une théorie exacte et succincte, constituant en somme un cours de cinématique « appliquée », si tant est que l'on doive en pareille matière distinguer entre l'application et la pure théorie. C'est à ce besoin que répond le livre de M. Lamotte.

Après quatre chapitres consacrés aux organes de roulements (galets, pivots, coussinets...), aux glissières (cylindriques, de révolution [paliers], et hélicoïdales), aux engrenages et aux excentriques, l'auteur aborde les mécanismes de liaison (bielles, parallélogrammes, joints et embrayages). Vient ensuite l'étude des résistances passives dans les organes précédents, ainsi que l'examen détaillé des transmissions par courroies.

Un bref chapitre sur le choc et ses applications en mécanique précède l'examen d'une question particulièrement importante : les machines en mouvement varié. L'auteur examine rapidement les volants, les régulateurs à action directe et donne quelques indications sur l'influence de l'inertie des pièces.

Enfin l'ouvrage se termine par quelques indications sur l'étude physique du frottement et les lubréfiants.

Etant donné le grand nombre de sujets abordés en 279 pages, on conçoit que, sur certains points, M. Lamotte ait dû être assez bref. Il ne parle pas par exemple des régulateurs à action indirecte ; les travaux de Reynolds sur le frottement entre surfaces parfaitement lubréfiées sont laissés de côté, ainsi par suite que les

applications industrielles qui en ont découlé. Mais les matières abordées le sont de façon à la fois élémentaire et suffisamment complète ; chaque chapitre est méthodiquement classé et divisé. Il est certain que tout lecteur de cet ouvrage — quel qu'il soit — y apprendra bien des choses.

Qu'il nous soit permis en terminant d'indiquer deux points sur lesquels une amélioration nous paraîtrait désirable dans une prochaine édition. Nous aurions voulu d'abord une concordance plus parfaite entre les lettres du texte et celles des figures (par exemple p. 187, fig. 175), et surtout une table alphabétique, dont l'emploi, en facilitant l'obtention rapide du renseignement cherché, permettrait de retirer de cet ouvrage tout le profit que sa consultation est susceptible de donner.

A. Foch.

Essai d'un traité élémentaire de physique selon les théories modernes, par M. J. Tillieux, Directeur du Collège du Sacré-Cœur à Mechelen-sur-Meuse. In-8° de XII-794 pages, avec 698 figures, 8 planches hors texte et 7 planches en couleurs, 2e édition entièrement refondue et mise à jour. Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1921. — Prix, broché : 60 francs.

L'ouvrage de M. Tillieux, fort intéressant et fort original, n'expose pas l'ensemble des phénomènes physiques dans l'ordre habituel. Le plan suivi est basé sur la remarque et sur l'hypothèse suivantes : On sait que l'énergie cinétique s'exprime en fonction de la masse et de la vitesse par la formule $w = 1/2mv^2$. M. Tillieux admet que toutes les énergies peuvent s'exprimer sous cette forme ; elles sont d'espèces différentes suivant la nature du mobile : astres ou planètes, corps terrestres, molécules, atomes, corpuscules, éther.

D'où la division de l'ouvrage en deux parties. La première, intitulée *Le pondérable*, étudie successivement la statique et la dynamique des astres, des corps terrestres, des molécules, des atomes et des électrons. La seconde, intitulée *L'impondérable*, est consacrée à l'éther : nature de l'éther, tensions de l'éther (champ électrique), énergie cinétique de l'éther (champ magnétique), inertie de l'éther (induction électromagnétique), oscillations de l'éther.

« Une conclusion, indique M. Tillieux, à la fin de son ouvrage, se dégage de notre rapide promenade à travers les phénomènes physiques : dans le monde matériel, *tout vient de l'éther, tout retourne à l'éther.* C'est par l'éther que, logiquement, nous eussions dû commencer notre étude ; mais nous nous fussions trouvé de prime abord sur un terrain aride et inconnu. Aussi, avons-nous préféré passer du composé au simple, de ce que nous voyons à ce qui nous échappe. L'éther, cet élément si simple qu'on est embarrassé de lui attribuer des qualités positives, donne lieu, par les diverses modifications de son équilibre, à tous les phénomènes de l'Univers depuis l'impalpable lumière jusqu'aux masses formidables des Mondes. »

Même si cette synthèse ne représente pas d'une façon adéquate le mécanisme réel des phénomènes, il faut concéder à l'auteur qu'elle fait preuve d'une remarquable fécondité. D'ailleurs, M. Tillieux l'a exposée avec une grande clarté ; il a su dégager l'essentiel des théories et des expériences, laissant de côté les développements oiseux et les détails inutiles. L'ouvrage témoigne de remarquables qualités pédagogiques qui expliquent le succès de la première édition. Nous sommes certain que celle-ci, luxueusement imprimée, pourvue de schémas très clairs, de belles planches en couleurs, trouvera un accueil aussi chaleureux que la précédente auprès des étudiants et des professeurs.

A. Boutaric.

Leçons élémentaires de physique expérimentale selon les théories modernes, par M. J. Tillieux, Directeur de l'Institut du Sacré-Cœur, Mechelen-s-Meuse, 2e édition revue et augmentée, avec plus de 500 figures dans le texte, 10 planches hors texte dont 6 en couleurs. Imprimerie François Ceuterick, 60, rue Vital Decoster, Louvain, 1922.

Nous avons longuement analysé (V. *Revue Scientifique*, 24 avril 1920, p. 255), la première édition de cet ouvrage et dit tout le bien que nous en pensions. Les faits y sont exposés très simplement et très clairement et l'auteur essaye toujours de les interpréter à la lumière des connaissances qu'on possède actuellement sur la structure de la matière. Un tel ouvrage peut rendre de précieux services aux professeurs de l'enseignement secondaire qui s'en inspireront utilement pour relier dans leur enseignement la vieille physique, celle du XIXe siècle, avec les conséquences des découvertes les plus récentes.

Cette 2e édition qui suit de près la première, dont le succès a été très vif, est beaucoup mieux éditée. Elle a été retouchée, enrichie de nombreuses additions, de figures et de planches. Nous lui souhaitons de trouver auprès du public le même accueil que la précédente.

A. Bc.

Catalogue of Cretaceous Bryozoa in the Departement of Geology, British Museum, Natural History, vol. IV. In-8° de 404 pages, avec 8 planches. London.

Ce volume, d'un intérêt très spécial, puisqu'il est consacré à l'étude méthodique d'une famille (Pelmatoporidés) de Bryozoaires crétacés, est une véritable monographie de cette famille. L'auteur a eu l'excellente idée de donner des clefs dichotomiques, analogues à celle des flores, qui faciliteront beaucoup les détermination. Il a intercalé dans ce catalogue même les espèces qui ne sont pas représentées dans les collections, cependant si riches du British Museum.

Nous n'avons malheureusement rien en France qui soit analogue à ces précieux catalogues anglais. Il est vrai que la « Muséologie », la science de la présentation des Musées, est encore en France dans la période de gestation.

Paul Lemoine.

Considérations sur l'être vivant, IIe partie, par Charles Janet. In-8° de 196 pages, 2 planches. Dumontier, imprimeur, Beauvais.

Dans cette deuxième partie de ses considérations sur l'être vivant, M. Charles Janet examine l'individu, la sexualité, la parthénogénèse et la mort, au point de vue orthobiontique. Orthobionte veut dire : unité primordiale des lignées phylogénétiques. La lecture du livre de M. Janet est un peu malaisée à cause de la terminologie créée par l'auteur. Mais on y trouvera beaucoup de faits relatifs aux animaux et aux plantes, et quelquefois des indications fort curieuses. Sait-on par exemple que chez la Fourmi l'ensemble du thorax et de l'abdomen peuvent rester vivants plus de vingt jours après la décapitation ? L'indépendance des centres nerveux, les uns par rapport aux autres, se manifeste à un degré moindre chez le Frelon, dont la mort, naturelle, est progressive : elle frappe d'abord le méta-

mère tout à fait antérieur, puis s'étend de proche en proche jusqu'aux derniers métamères abdominaux, et cela dure plus de trente heures. A. Drz.

Précis de biochimie, par E. Lambling, Professeur à la Faculté de Médecine de Lille. *Troisième édition.* 1 vol. in-8°, de 723 pages. Masson et Cie, Paris. — Prix : 25 francs.

Lors de la publication de la précédente édition, il n'y a pas trois ans, la *Revue Scientifique* a fait connaître à ses lecteurs tout le bien qu'il fallait penser de cet excellent ouvrage. Cette nouvelle édition ayant été peu remaniée nous nous contenterons de signaler qu'elle a été cependant l'objet d'importantes additions et modifications. La question de l'alcalinité du sang, la notion de la concentration des ions H des liquides de l'organisme et le mécanisme qui assure la fixité de la réaction du milieu intérieur ont été traités avec tous les développements utiles et exposés cependant très clairement. Le problème des vitamines a été exposé plus complètement que dans la seconde édition, de même que les faits relatifs à l'état colloïdal, aux oxydo-réductions, au travail pepsique, à l'élevage aseptique, aux amines protéinogènes, à la dégradation des acides aminés, à la production du glucose à partir de ces acides, à la créatinine, au métabolisme des graisses, à l'action dynamique spécifique des aliments, etc... En un mot, l'auteur n'a rien négligé pour que son livre soit parfaitement au courant des plus récents progrès de la biochimie. Pourquoi faut-il qu'un tel ouvrage appartienne à une collection de précis médicaux et que M. Lambling soit obligé de se limiter à une partie de la chimie biologique. Quel beau traité d'ensemble il pourrait nous donner !

Tel qu'il est d'ailleurs ce précis de biochimie donne une haute idée de la science didactique et de l'érudition de son auteur. Nous ne saurions trop engager les chimistes, les médecins, les biologistes et les hygiénistes à le lire attentivement. Ils ne sauraient trouver un meilleur exposé de l'état actuel de nos connaissances sur la chimie de l'organisme de l'homme et des animaux de laboratoire et de ses applications à la médecine et à l'hygiène alimentaire.

Dr A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

Diathermy. Its production and uses in medicine and surgery, par le Dr Elkin-P. Cumberbatch, chef de service d'électrologie de St Bartholomew's Hospital, à Londres. 1 vol. in-8° relié, de 193 pages, avec 40 figures. William Heinemann, 20, Bedfort Street, London W. C. 2. — Prix : 21 shillings.

Les étudiants en médecine et les praticiens trouveront à la fois, dans ce bon ouvrage d'un excellent spécialiste, des indications précises sur les applications médico-chirurgicales des effets calorifiques des courants de haute fréquence, des notions aussi utiles qu'intéressantes sur les différents dispositifs couramment employés pour produire ces courants et l'étude sommaire de leurs effets physiologiques. Les physiciens liront également ce livre avec profit ; la connaissance des nombreuses affections qui sont traitées avec succès par la diathermie les engagera certainement à perfectionner les générateurs de courants de haute-fréquence de manière à les mettre à la portée de la généralité des praticiens et, par cela même, à faire bénéficier un plus grand nombre de malades des découvertes de d'Arsonval et de ses continuateurs. A. B.

La civilisation Assyro-babylonienne, par le Dr Conteneau, chargé de missions archéologiques en Syrie. In-16 de 143 pages avec 30 figures (*Collection Payot*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

L'auteur nous donne dans ce bref aperçu un très bon résumé de cette civilisation assyro-babylonienne qui n'a été connue pendant si longtemps que par les récits bibliques. L'histoire des peuples Mésopotamiens a évolué pendant 3.000 ans et repose presqu'exclusivement sur les dogmes religieux. ,

M. Conteneau, en présence des lacunes considérables qui existent dans l'Assyriologie, se borne à exposer les faits indiscutables acquis à la science, en laissant de côté toute hypothèse : ce petit livre n'en est que plus intéressant. L. Fr.

Les Indo-Européens. — *Préhistoire des langues, des mœurs et des croyances de l'Europe*, par Albert Carnoy. In-16 de 254 pages. Vromant et Cie, éditeurs, Bruxelles et Paris. — Prix : 7 francs.

Les nombreux problèmes qu'aborde M. Carnoy rendaient sa tâche particulièrement difficile, mais le plan si parfait qu'il a adopté pour synthétiser des questions si complexes fait de son livre une œuvre d'un intérêt capital. Il a choisi, comme point de départ, la langue indo-européenne, la langue-mère qu'il étudie après avoir donné une rapide esquisse, une analyse du langage qui le conduit à énoncer les caractéristiques de l'idiome indo-européen.

L'auteur délimite l'ère de dispersion des langues indo-européennes et recherche par voie d'élimination le centre d'où elles sont parties pour se diffuser par migrations successives. Il rappelle la théorie émise par les archéologues, des invasions celtes arrivant par le Danube, mais il conclut, se basant sur les recherches de M. G. Meyer, que « c'est dans le Sud des vastes plaines de Russie que semble avoir été le plus ancien centre de dispersion des Indo-Européens auquel nous puissions remonter. »

M. Carnoy ne consacre pas moins de seize chapitres à l'étude de la civilisation des Indo-Européens. Il nous montre ce que devait être le milieu dans lequel ils vivaient : climat, faune et flore ; la domestication des animaux et la culture; les villes, les villages et les habitations ; la nourriture, les vêtements, les ustensiles, et les armes ; la famille, la tribu, les croyances, le culte et le droit ; les moyens de transport, le commerce et les mesures. Dans cet exposé d'une civilisation disparue, il puise ses arguments dans la linguistique.

Dans un dernier chapitre, il cherche à définir le caractère des Indo-Européens dont l'expansion prodigieuse reste l'un des faits les plus extraordinaires dans les fastes de l'Humanité et dont le rôle dans l'histoire de la civilisation ne s'effacera jamais. L. Franchet.

L'Apothicairerie en Béarn, par Fernand Juppé, docteur en pharmacie. In-8° de 157 pages. Desbordes, Tarbes, 1922.

Malgré la pénurie de documents spéciaux, l'auteur essaie de rédiger un historique des apothicaires en Béarn à l'aide de renseignements diligemment et ingénieusement recueillis. Le soin de la préparation et de la vente des médicaments semble d'abord lié à l'exercice même de la médecine jusqu'au début du XVIe siècle, où en Béarn comme ailleurs il devint un art spécial. La législation locale ou For de 1551 en réglemente l'exercice et en 1604 apparaît la nécessité d'un stage préalable à la maîtrise. Comme pour tous

les corps de métiers l'apprenti entrait chez un maître à qui il payait souvent une somme convenue et durant trois et cinq ans même il aidait à la préparation pharmaceutique. Puis il entreprenait une tournée dans les grandes villes et, au XVII[e] siècle, subissait un examen probatoire devant des médecins réunis à des apothicaires, car il n'y eut en Béarn ni jurandes ni maîtrises. La profession était de bon rapport et il se forma des générations de praticiens qui accédèrent aux honneurs municipaux et cependant ils savaient pratiquer l'assistance gratuite. Il est vrai de dire qu'au XVI[e] siècle on les voit vendre du sucre, des confitures, ce qui est bien admissible, mais aussi des cierges dont la cire était en somme un extrait du miel servant à faire le sucre. Les officiers municipaux chargés de la police sanitaire effectuaient l'inspection des pharmacies avec l'assistance d'un médecin. La corporation des apothicaires tire quelque fierté des noms des Pelletier, des Labarraque. Un fils d'apothicaire, médecin, rivalisa avec du Bartas ; un autre fils d'apothicaire, médecin aussi, a dressé le catalogue des plantes béarnaises récemment étudié par M. de Nabias. Louis BATCAVE.

La Magie. Les formes et procédés de la Magie. Les Evocations. La force magique et les bases psychologiques de la Magie. La Magie moderne, par le D[r] J. MAXWELL. In-16 de 252 pages. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

La Magie a tenu dans les sociétés humaines une place considérable qui, du reste, ne lui a jamais été contestée. Depuis l'âge de la pierre jusqu'à aujourd'hui elle a toujours évolué, évolution souvent fort difficile à suivre car bien souvent elle se confond avec certaines pratiques religieuses qui, parfois, ne sont que des interprétations de formules magiques plus ou moins déformées.

Le D[r] Maxwell ne nous donne pas un traité de la Magie, mais une interprétation des faits, basée sur les plus récentes méthodes d'investigation, surtout en ce qui concerne le rôle de la Magie sur la formation des sociétés. Le sujet était d'autant plus délicat à traiter que, dans beaucoup de cas, la Magie est inséparable, au point de vue sociologique, des religions : l'auteur a su conserver l'impartialité qui convient à un historien.

Après avoir défini l'origine de la Magie, son objet, ses formes et ses procédés, il étudie la force magique, la magie naturelle, l'évolution de la magie, ses formes modernes, les relations entre la magie et la science moderne, son avenir. L. Ft.

Cours d'analyse et d'essai des matériaux de construction, par M. ANSTETT, Chef du Laboratoire d'essais des Matériaux de la Ville de Paris. In-8° de 236 pages, avec 32 figures. Paris, Ecole spéciale des Travaux Publics, 1921.

Cet ouvrage fait partie de la collection des cours publiés par l'Ecole spéciale des Travaux Publics.

Dans une première partie, l'auteur a étudié les matériaux calcaires et argilo-calcaires, c'est-à-dire les pierres naturelles, les sables, les liants hydrauliques, les mortiers et les bétons, les plâtres qui sont les matériaux les plus couramment employés dans les constructions.

Dans la seconde partie l'auteur passe en revue les matériaux siliceux et argileux tels que : ardoises, briques, tuiles, faïences, grès, carreaux.

La troisième partie est consacrée aux métaux (métaux ferreux, cuivre et ses alliages) et la suivante aux bois.

Enfin la dernière partie traite de matériaux divers qui n'ont pu être classés dans les chapitres précédents, tels que : matériaux bitumineux, peintures, eaux, combustibles, etc.

L'ouvrage est composé avec soin et contient de nombreux renseignements pratiques avec des données numériques ; nous signalerons en particulier que les prescriptions de la Commission de standardisation sont rappelées chaque fois qu'il y a intérêt à le faire. A. A.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J. Haag. — Cours complet de mathématiques spéciales. T. III, Mécanique. In-8° de VIII-192 pages avec 29 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 12 francs.

F. Michel et *M. Potron.* — La composition de Mathématiques dans l'examen d'admission à l'Ecole Polytechnique de 1901 à 1920. In-8° de 452 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 40 francs.

Carlo Toché. — La Radiotéléphonie. In-4° de 98 pages avec 44 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 10 francs.

W. Deonna. — L'archéologie. Son domaine, son but. In-18 de 287 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

D[r] E. Pozershi. — Hygiène alimentaire. In-16 de 180 pages. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

A. Berthoud. — Les nouvelles conceptions de la matière et de l'atome. In-16 de 330 pages avec 21 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

R. Anthony. — Le déterminisme et l'adaptation morphologique en biologie animale. 1[re] partie : Déterminisme morphologique et morphonémique. In-8° de 380 pages avec 129 figures (*Archives de morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

D[r] Max Aron. — L'origine du sang dans le foie embryonnaire chez les mammifères. In-8° de 128 pages avec 9 figures et 5 planches. (*Archives de morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

V. Vallois. — Les transformations de la musculature de l'épisome chez les vertébrés. In-8° de 538 pages avec 42 figures et 4 tableaux. (*Archives de morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

G. Mangenot. — Recherches sur les constituants morphologiques du cytoplasma des algues. In-8° de 340 pages avec 24 figures et 16 planches. (*Archives de morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Paul-D. Foote et *F.-L. Mohler.* — The origine of spectra. The chemical catalog Company Inc. 19 Eart 24[th] street, New-York. — Prix : 4 d. 50.

Bottin des Sciences, Lettres et Arts. 19, rue de l'Université, Paris. — Prix : 20 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (V[e])

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 23 — 60e ANNÉE — 9 DÉCEMBRE 1922

LES CARBURANTS NATIONAUX ET LEUR ÉTUDE SCIENTIFIQUE

Au mois d'octobre dernier a eu lieu, sur l'Esplanade des Invalides, une exposition des combustibles liquides, organisée par la très active et vivante Société de Chimie Industrielle. Elle s'est déroulée avec un succès significatif. La vue d'un grand nombre d'appareils différents, dont plusieurs étaient nouveaux, a permis aux visiteurs de saisir la grandeur et la multiplicité des questions liées à l'emploi des combustibles liquides.

Nul doute qu'une telle démonstration ne produise une impression durable sur le public français, ce public si vif, si intelligent, mais trop souvent mal informé de l'importance des problèmes économiques et de leur répercussion profonde sur la vie des nations.

La portée de cette exposition n'a pas échappé aux pouvoirs publics. Sept ministres lui ont accordé leur patronage. Le Président de la République l'a honorée de sa visite.

Elle a été accompagnée d'un Congrès international présidé par M. le Professeur Sabatier, où les techniciens français et étrangers les plus autorisés ont discuté les grandes questions à l'ordre du jour sur les pétroles, les essences, les huiles, les alcools.

Parmi celles-ci, l'une de celles qui se présente en ce moment non seulement en France, mais dans bien des pays, au premier plan de l'actualité, est la question du carburant national, ou mieux, des carburants nationaux. Comment, par suite de quelles circonstances, a-t-on été amené à la conception et à la réalisation des carburants nationaux ? Comment convient-il de procéder à l'étude scientifique d'un carburant national ? Tels sont les deux points que je voudrais examiner successivement.

Le problème du carburant national, s'il a pris en ce moment chez nous un degré particulier d'acuité, ne date cependant pas d'hier. Il a déjà été posé il y a une vingtaine d'années avec une ampleur et une justesse impressionnantes, par quelques esprits clairvoyants, par quelques précurseurs sagaces, dont les efforts ne rencontrèrent alors ni l'attention de la foule, ni les encouragements des pouvoirs publics. Il suffit, pour s'en convaincre, de rechercher dans la grande enquête parlementaire sur les emplois industriels de l'alcool, publiée en 1907 par la Commission Ribot, les dépositions de quelques-uns des plus éminents dirigeants de l'industrie française et notamment de l'industrie automobile. Quand on les relit, on ne peut manquer d'être frappé à la fois de leur bon sens et de leur prescience. Aujourd'hui même, nous ne saurions bien souvent faire mieux que nous inspirer de leurs idées.

Malheureusement, ils prêchèrent dans le désert. Pour secouer l'apathie du public et du gouvernement, il fallut l'effroyable secousse de ces dernières années. Avant la guerre, seuls quelques spécialistes pressentaient la gravité du problème des combustibles liquides ; après la guerre, elle apparaît aux yeux de tous avec une clarté aveuglante.

Un des traits caractéristiques de cette guerre, un de ceux par lesquels elle se différencie le plus profondément de toutes celles qui l'ont précédée,

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

c'est que l'homme pour la première fois y a fait intervenir la troisième dimension de l'espace. Avant 1914, on se contentait de se battre à la surface du sol ou à la surface des flots. De 1914 à 1918, on s'est battu sous les flots et dans les airs. Et ces formes nouvelles de combat ont transformé et transformeront de plus en plus la face des batailles.

Or, chose caractéristique ! la conquête des profondeurs sous-marines, comme celle de l'océan aérien, n'a été possible que grâce à deux catégories de combustibles, bien différents il est vrai, situés même aux deux bouts de l'échelle, mais liquides les uns et les autres. Les moteurs de sous-marins fonctionnent aux huiles lourdes ; les moteurs des aéroplanes ont recours aux essences les plus légères.

Sur terre même, les combustibles liquides ont joué un grand rôle. Il ne faudrait cependant pas l'exagérer. Pour le transport des troupes, comme pour celui du matériel, le rôle capital est resté dévolu aux chemins de fer, c'est-à-dire à la houille. Mais, sans même parler des chars d'assaut, les automobiles, et surtout les camions, se sont révélés comme des auxiliaires précieux, souvent indispensables.

C'est pourquoi, une période particulièrement critique pour les Alliés fut celle où, par suite de la guerre sous-marine, ils se virent menacés de voir suspendre l'arrivée des essences américaines nécessaires aux avions et aux camions. A ce moment seulement, tout le monde se rendit compte que l'approvisionnement en combustibles liquides peut être pour un pays une question de vie ou de mort ; à ce moment seulement apparut l'importance presque tragique du problème du carburant national, c'est-à-dire la nécessité pour chaque pays d'avoir un combustible liquide adapté aux moteurs usuels et formé de produits recueillis ou récoltés sur le sol natal.

A vrai dire, ce problème s'était déjà posé aux belligérants, bien qu'avec un moindre caractère d'urgence : maîtres des mers et assurés de leur ravitaillement, les Alliés avaient porté leur effort industriel sur d'autres points. En revanche, les empires centraux, gênés par le blocus, s'en étaient préoccupés de bonne heure. Les pétroles de Galicie et de Roumanie ne comblèrent jamais qu'une partie restreinte de leur déficit. Ce fut à un carburant national qu'ils demandèrent la majeure partie des ressources nécessaires. Ce carburant fut composé d'alcool, fourni par l'agriculture et les distilleries très développées en Allemagne ; de benzol, produit de la distillation des houilles et lignites qui sont une des richesses naturelles les plus précieuses du pays ; et d'un troisième produit, employé pour la première fois en grande quantité comme carburant, la tétraline ou tétrahydronaphtaline, qui entra dans le mélange dans la proportion de 25 à 33 0/0. Ce dernier corps est un hydrocarbure liquide préparé par les méthodes catalytiques de M. Sabatier en partant de la naphtaline, hydrocarbure solide obtenu en abondance dans la distillation de la houille et regardé jusqu'ici comme un sous-produit de médiocre valeur.

Ce ne fut d'ailleurs pas seulement aux belligérants, mais aussi aux neutres, que s'imposa la réalisation de carburants nationaux. Dans les rapports soumis à la cinquième section du Congrès par le Comité scientifique du Carburant national, se trouve une note très suggestive de M. Chambige, qui indique comment, brusquement mise en face de la question la dernière année de la guerre, l'Espagne sut la résoudre. Le gouvernement des Etats-Unis, enfin entré dans le conflit, ayant prohibé, en 1918, l'exportation des essences dans les pays neutres, l'Espagne, dont les stocks étaient très faibles, dut chercher, presque du jour au lendemain, un succédané du pétrole. La force des choses l'amena à s'adresser à l'alcool, mélangé à une proportion variable d'hydrocarbures. Les quantités disponibles d'essence ou de benzol furent réservées aux services publics ; quant aux particuliers, ils n'eurent que la ressource d'associer à l'alcool les hydrocarbures dont l'Etat ne voulait pas pour lui-même, à savoir la naphtaline et l'essence de térébenthine. Si le mélange à base de naphtaline laissa beaucoup à désirer, le mélange à base d'essence de térébenthine donna des résultats bien supérieurs à ceux qu'on escomptait, étant donnée la mauvaise réputation de ce produit. Il y a là une leçon qui mérite d'être retenue.

En France même, nous avions trop à faire avec les difficultés extraordinaires que nous imposaient les circonstances pour nous attarder à celles dont l'étude n'était pas indispensable. Mais nous avions senti, d'une manière trop impérieuse pour l'oublier, le danger qu'il peut y avoir, à de certaines heures, à ne pas se suffire à soi-même et à dépendre des autres. Aussi, née de la guerre, la préoccupation du carburant national est-elle restée à l'ordre du jour de la paix. Il était d'autant moins permis de l'oublier que la guerre n'avait fait que donner un coup de fouet à des besoins qui commençaient à se manifester dans tous les ordres : ce ne sont pas uniquement les avions, les sous-marins ou les automobiles qui ont recours aux combustibles liquides, ce sont aussi, et de plus en plus, les paquebots de surface. Je ne parle pas seulement des bateaux de pêche à moteurs auxiliaires. Mais la substi-

tution du mazout au charbon offre de tels avantages militaires que toutes les marines de guerre sont en train de se transformer : l'absence de fumée rend les vaisseaux presque invisibles, le faible encombrement du combustible a pour conséquence un grand accroissement du rayon d'action des navires; la facilité de manipulation entraîne une réduction du personnel. Ce dernier avantage, analogue à celui que l'on constate si l'on compare une locomotive à charbon avec une automobile à essence, amène déjà la marine de commerce à entrer dans la même voie que la marine de guerre.

On conçoit dès lors le taux vertigineux auquel s'accroît la consommation mondiale du pétrole et des essences. Cette rapidité est telle que les statisticiens estiment que les dépôts de pétrole qui existent dans les profondeurs du globe seront vraisemblablement épuisés dans une cinquantaine d'années. Le Service géologique officiel des Etats-Unis a calculé que les réserves de ce pays n'assurent plus sa consommation que pour une dizaine d'années. De sorte que, si notre génération a vu naître et grandir la prodigieuse industrie du pétrole, la suivante la verra peut-être décliner et disparaître. En moins d'un siècle, l'humanité aura consommé les réserves accumulées par la nature durant tous les siècles passés.

Ainsi s'explique le fait, en apparence paradoxal, que les pays, hier et aujourd'hui encore les plus grands producteurs de pétrole, tels que les Etats-Unis, non seulement tendent à réserver à leurs propres besoins l'usage du précieux liquide, mais se préoccupent déjà de lui chercher des succédanés.

A plus forte raison ce devoir s'impose-t-il impérieusement aux pays comme la France, dont le sol s'est montré jusqu'ici singulièrement avare sous ce rapport.

Dans quelle direction chercher la solution ? Par un retour assez piquant des choses, dans une voie exactement opposée à celle qui a été suivie pour les combustibles solides. En lisant les récits de la vie de nos ancêtres au XVII^e^ siècle, époque à laquelle, il est vrai, la grande industrie n'existait pas encore, nous constatons que sous Louis XIV on n'utilisait guère d'autres combustibles que le bois. Ce n'est que plus tard qu'on a eu recours à la houille, produit de la lente transformation des végétaux durant les périodes géologiques. Pour le charbon comme pour le pétrole, nous vivons donc sur l'héritage du passé ; et nous le consommons, il faut bien le dire, avec une joyeuse prodigalité, en fils de famille qui mériteraient un conseil judiciaire. Or, l'énergie de la houille, comme celle du bois, c'est toujours l'énergie du soleil, tantôt mise en réserve comme un trésor enfoui dans le sol, tantôt au contraire utilisée presque immédiatement.

Quand les réserves de pétrole cachées dans les entrailles de la terre seront épuisées, il ne nous restera plus que la ressource d'utiliser les liquides tels que l'alcool ou les huiles végétales, produit de l'activité des plantes, dont l'énergie vient encore du soleil. Nous consommerons donc cette énergie au jour le jour comme nous faisons pour les aliments, fruits de nos récoltes.

Posé dans toute sa généralité, le problème du carburant national ne comporte pas une solution unique, L'alcool est la solution des pays agricoles. En fait, ça été pendant la guerre non seulement celle de l'Espagne, mais aussi partiellement celle de l'Allemagne, et celle des colonies africaines. Dans celles-ci, à côté de l'alcool et de son dérivé, l'éther, on a fait appel aux huiles que les pays tropicaux produisent en abondance. M. le Professeur Mailhe, un des plus brillants collaborateurs de M. Sabatier, a indiqué, dans une conférence faite au Congrès des combustibles liquides, comment les progrès de la chimie permettront de tirer de ces huiles, dans un avenir peut-être proche, toute la gamme des pétroles.

En Allemagne, pays à la fois agricole et industriel, on a frappé à deux portes : à l'alcool, obtenu par la fermentation des produits végétaux, on a joint le benzol et la tétraline, résultat de la distillation des houilles et lignites. Les ressources minérales de la France ne lui permettent pas d'utiliser la solution industrielle à la même échelle. Il est exact que la distillation du charbon et l'extraction des sous-produits qu'il contient peuvent être développées et perfectionnées chez nous. Il est exact que nos dépôts de lignites sont l'objet d'une exploitation beaucoup moins active que celle des lignites allemands. Mais, d'après l'opinion des spécialistes les plus autorisés, la majeure partie de nos lignites sont relativement pauvres en produits volatils, de sorte que nos ressources de ce côté resteraient toujours assez limitées. Des débats fort instructifs eurent lieu à ce sujet dans la troisième section du Congrès. Il paraît bien en résulter que la France, pays essentiellement agricole, devra s'adresser surtout à l'alcool.

L'utilisation de l'alcool dans les moteurs d'automobiles n'est pas chose nouvelle. Un grand mouvement en sa faveur eut lieu vers le début du XX^e^ siècle. Les démonstrations publiques se succédèrent avec un incontestable succès. En 1900 avait lieu la course à l'alcool Paris-Rouen ; en 1901, la course Paris-Roubaix ; en 1902, le circuit du Nord, à l'alcool. Les résultats en furent concluants. Dans ce dernier concours, la voiture arrivée première réalisa une vitesse moyenne de

plus de 70 km. à l'heure. On constata que les moteurs usuels marchaient sans difficulté à l'alcool pur, moyennant des adaptations d'ordre secondaire au carburateur.

Les questions techniques furent étudiées avec beaucoup de méthode par des spécialistes tels que MM. Lindet, Lumet, Ringelmann, dont il n'est que juste de rappeler les noms, sans oublier celui du regretté Letombe, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Ces essais permirent de répondre à une objection souvent faite à l'emploi de l'alcool ; à savoir que son pouvoir calorifique est notablement inférieur à celui de l'essence. Il est vrai, mais on reconnut que par contre l'emploi de l'alcool permet l'emploi de compressions plus élevées sans risque d'autoallumage. Les expériences exécutées l'hiver dernier à Chalais-Meudon, sur des moteurs d'aviation à forte compression, ont entièrement confirmé ce résultat. Avec des moteurs de ce genre, l'infériorité calorifique de l'alcool se trouve à peu près entièrement rachetée.

Or, de tels moteurs sont actuellement bien connus. Ils dérivent des moteurs courants par des modifications assez faibles. La plupart des constructeurs en ont construit avec un plein succès pour les courses. Il n'y a donc nulle surprise à redouter de ce côté. Si ces moteurs se généralisaient et s'ils fonctionnaient à l'alcool pur, la question du carburant national serait entièrement résolue. Toutefois, pour que les constructeurs se décidassent à les construire en grande série et les clients à les acheter, il faudrait que le ravitaillement en alcool à des prix comparables à ceux de l'essence fût assuré. Tel n'a pas été le cas jusqu'ici.

Si l'usage de l'alcool pur n'a été que relativement exceptionnel, en revanche les mélanges carburés ont déjà été employés à grande échelle. Tel a été en particulier le cas pour le mélange à parties égales d'alcool et de benzol qui a été mis sur le marché, en 1898, par M. Leprêtre, et utilisé dans les années suivantes par de nombreux chauffeurs avec les voitures de l'époque. Ce même mélange a été adopté par les autobus parisiens ; ils ont déjà parcouru plus de 75 millions de kilomètres avec ce carburant et s'en déclarent fort satisfaits.

Si les particuliers qui l'employaient il y a une vingtaine d'années ont dû y renoncer, c'est en raison de la difficulté de se ravitailler. Les épiciers, les débitants qui, dans la capitale, la banlieue ou la province, vendaient le mélange Leprêtre, l'ont peu à peu abandonné. L'essor de l'alcool moteur a été arrêté non pas tant par la question de prix que par la question de stabilité du prix. A peine les efforts désintéressés des chercheurs avaient-ils démontré l'efficacité de l'alcool moteur que la spéculation en faisait doubler le prix en quelques semaines. Il y avait là de quoi frapper à mort une industrie naissante.

L'expérience de ces dernières années nous a appris qu'il ne faut pas toujours voir dans de tels écarts des obstacles prohibitifs et qu'ils présentent souvent un caractère temporaire. Je me rappelle avoir entendu le regretté Henry Deutsch de la Meurthe, citer cet exemple typique. Au début de l'exploitation des puits de pétrole de la Pensylvanie, seuls les pétroles lampants avaient des usages et des débouchés industriels. Quant aux essences légères, regardées comme des sous-produits encombrants, on les emmenait dans des tuyaux à l'extrémité desquels elles étaient brûlées. Aujourd'hui, la situation est renversée ; les producteurs ont peine à suffire à la demande en essences légères, mais ils sont souvent obligés de garder en stock les produits plus lourds.

Il est donc malaisé de prévoir quels seront, dans l'avenir, les prix comparés de produits aussi différents que l'essence et l'alcool. On trouvera, dans les dépositions faites en 1907 devant la Commission Ribot, une série de chiffres, d'où il résulte qu'en France, dans les premières années du XX^e^ siècle, les prix de l'essence et de l'alcool carburé étaient très voisins les uns des autres, tantôt supérieurs, tantôt inférieurs, suivant les variations des cours. Les droits d'octroi suffisaient, pour Paris, à faire pencher la balance en faveur de l'alcool carburé.

A plus forte raison serait-il téméraire de prévoir ce que de tels prix pourraient devenir dans une période de crise. L'exemple offert par le charbon est encore trop récent pour qu'il ait pu être oublié. Durant le XIX^e^ siècle, les prix s'étaient si bien stabilisés par suite de la concurrence mondiale qu'on n'envisageait plus comme possibles que de faibles fluctuations. J'ai eu l'occasion, durant la guerre, comme président du Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, d'en avoir une preuve significative, en examinant les contrats passés en diverses villes de France entre les municipalités et administrations publiques d'une part, certaines Sociétés gazières de l'autre. Un certain nombre de ces contrats prévoyaient une variation du prix du gaz en fonction du prix du charbon. Or celui-ci, avant la guerre, se tenait en France aux environs de 20 fr. la tonne. Les barèmes que j'ai eus entre les mains s'arrêtaient au prix de 36 fr. Il paraissait chimérique d'envisager une hausse allant au delà. Tel était l'état d'esprit en 1914.

Qu'arriva-t-il en 1919, au lendemain de la paix, quand l'Angleterre, malgré les efforts du gouvernement français, rétablit la liberté du commerce

du charbon ? La concurrence était supprimée par la dévastation systématique de nos mines du Nord et par l'obligation de payer le charbon allemand au même prix que le charbon anglais; alors que celui-ci revenait aux producteurs à moins de 60 fr. la tonne, il n'était possible de s'en procurer en France, fin 1919, qu'au-dessus de 220 fr.

Un tel exemple fait saisir à quel point peuvent être mises en défaut en temps de crise — et depuis plus de huit ans ne vivons-nous pas dans une crise économique qui n'a pas encore pris fin ? — des prévisions industrielles basées sur les prix de revient en temps normal. On ne saurait attribuer qu'un poids limité aux objections élevées contre un carburant national quand elles ne s'appuient que sur des différences de prix relativement faibles et éminemment variables.

La discussion précédente nous amène donc à la conclusion suivante : au point de vue technique rien ne s'oppose à la réalisation intégrale du carburant national par l'emploi de l'alcool pur, au moyen de moteurs adaptés à ce liquide comme les moteurs actuels sont adaptés à l'essence, c'est-à-dire de moteurs modernes, dont le taux de compression aurait été élevé. Rien ne s'oppose non plus à la solution ingénieuse, proposée avant la guerre par M. Gabriel Bertrand, qui associe à l'alcool une certaine proportion de son dérivé, l'éther. Les mélanges alcool-éther offrent même sur l'alcool pur des avantages incontestables. Quant au prix de l'éther, fabriqué en gros, il n'atteint pas une fois et demi celui de l'alcool. De tels mélanges ont d'ailleurs subi l'épreuve de la pratique durant la guerre : les colonies anglaises de l'Afrique les ont employés sous le nom de natalite. Rien enfin ne s'oppose à l'emploi des mélanges binaires comme l'alcool carburé (50 0/0 d'alcool, 50 0/0 de benzol) qui a fait ses preuves. Dans la mesure où l'industrie de la carbonisation des houilles, lignites et schistes, pourrait fournir le benzol nécessaire, un tel mélange mériterait le nom de carburant national.

Toutefois, au point de vue pratique, le problème se pose en France, à l'heure actuelle, dans des termes un peu différents. La distillation intensive des lignites n'est encore qu'une vue d'avenir. Quant à la production présente d'alcool, quant à celle que l'on peut prévoir pour les années qui viennent, elle serait à peine suffisante pour fournir une quantité de carburant comprise entre le cinquième et le dixième des besoins actuels de l'industrie. Sans doute il n'est pas impossible de prévoir une augmentation de la production par le développement des sources actuelles de l'alcool industriel : betteraves, mélasses, farineux ou même sciure de bois. Les détails donnés au Congrès sur l'emploi de la cellulose ont été particulièrement remarqués. Mais il ne peut s'agir là que d'une œuvre de longue haleine; elle suppose en effet, outre la réalisation d'un programme agricole de grande envergure, la restauration de nos distilleries détruites dans le Nord, et la construction de distilleries nouvelles.

A la conception du carburant national intégral envisagé comme un idéal vers lequel il convient de tendre, ne serait-ce que pour des raisons de défense nationale, il convient donc de substituer, provisoirement au moins, une conception plus limitée, plus modeste : celle qui se borne à chercher l'utilisation des stocks d'alcool actuellement existants et réservés par nos lois aux usages industriels. Il serait peu sage, en effet, en vue d'un avenir brillant, mais incertain, de négliger les possibilités du présent.

Or, on sait que, durant la guerre, l'alcool étant nécessaire à la fabrication des poudres, l'Etat prit en mains la vente et l'achat de l'alcool industriel extrait des betteraves, grains et mélasses. La loi du 6 mai 1916 a consacré cette situation. Mais l'Etat s'interdit de vendre ces alcools pour la consommation de bouche, celle-ci ne devant s'alimenter qu'au moyen des alcools de fruits. Au point de vue hygiénique, cette loi représente un effort social admirable auquel justice n'a pas été suffisamment rendue. On a souvent, avant la guerre, dénoncé — et non sans raison — les ravages de l'alcoolisme en France. Il n'est que juste de constater que la consommation de l'alcool-boisson, n'ayant plus d'autre source que l'alcool naturel tiré des vins, cidres et poirés, est tombée d'un seul coup au quart de ce qu'elle était vers 1913 ou 1914. Bien que s'étant un peu relevée depuis, elle ne dépasse pas le tiers de cette valeur. La statistique des alcools, publiée en octobre 1922, donne en effet les résultats suivants pour les onze mois antérieurs : sur 1.433.459 hectolitres d'alcool (en 1921-22) on a bu : 181.416 hectolitres d'alcool de vin, 94.025 hectolitres d'alcool de cidres et de poirés, 194.884 hectolitres d'alcool de marc, jus et fruits, soit en tout 470.225 hectolitres; tandis qu'avant la guerre on buvait de 1.500.000 à 1.600.000 hectolitres. Il y a là un résultat sur lequel certains détracteurs de notre pays, qui dénonçaient jadis les ravages de l'alcoolisme avec une âpreté malveillante, ont organisé soigneusement la conspiration du silence.

Toutefois, cet énorme progrès hygiénique a entraîné des difficultés fiscales sérieuses. Cet alcool que l'on refuse justement à la consommation de bouche, il faut lui trouver un autre débouché; ce débouché, c'est l'automobile. L'alcool disponible représentant environ le dixième de la quantité

d'essence consommée, on est conduit à chercher une formule permettant d'incorporer à l'essence environ 10 0/0 d'alcool. On peut d'ailleurs envisager que la production d'alcool se relevant dans les années à venir pour se rapprocher des chiffres d'il y a une dizaine d'années, on soit amené ultérieurement à employer des mélanges contenant 15 0/0 à 20 0/0 d'alcool. Il ne semble pas que d'ici longtemps on puisse aller plus loin dans cette voie. De tels mélanges représentent une réalisation partielle, adaptée aux circonstances présentes, du carburant national.

Beaucoup plus modeste que la solution intégrale, la solution précédente se heurte en revanche à des difficultés techniques plus grandes. Il ne suffit pas de décider par voie législative que l'on incorporera à l'essence destinée aux automobiles une proportion de 10 0/0 d'alcool; encore faut-il que cette introduction n'entraîne pour les usagers ni supplément de prix notable, ni inconvénients d'ordre pratique. L'étude scientifique et technique du problème doit nécessairement précéder toute mesure administrative.

C'est ce que comprit fort bien le Comice agricole de Béziers qui, sous la direction de son actif président, M. Gaujal, s'est donné pour tâche, depuis deux ans, de réaliser le carburant national par l'emploi de l'alcool, de manière à régulariser la production et les prix de celui-ci, et à concilier ainsi les intérêts des betteraviers du Nord et des viticulteurs du Midi. Sous l'influence de M. Barthe, député de l'Hérault, infatigable propagandiste de la cause du carburant national dans le grand public et dans la presse, un grand mouvement d'opinion fut déclenché. M. Maurice Sarraut, sénateur, rédigea un magistral rapport, où, pour la première fois au Parlement, le point de vue fiscal faisait place au point de vue national. Sur la suggestion de M. Viala, admirable agent de liaison entre le monde parlementaire et le monde scientifique, l'étude scientifique du problème fut mise à l'étude et les moyens financiers fournis avec une grande libéralité par les viticulteurs qui, groupés sous les auspices du Comice de Béziers, avaient réuni dans ce but plusieurs centaines de milliers de francs. C'est dans ces conditions que fut constitué le Comité scientifique du Carburant national. Les représentants les plus autorisés de la science à l'Institut acceptèrent d'en faire partie. C'est ainsi qu'on y relève les noms de chimistes comme MM. Le Chatelier, Charpy, Moureu, Sabatier; de biologistes et d'agronomes comme MM. d'Arsonval, Lindet, Viala; de mécaniciens comme MM. Kœnigs, Laubeuf, Rateau. A ces membres de l'Institut furent adjoints des techniciens réputés comme MM. Auclair, Barbet, Gabriel Bertrand, Guiselin, Job, Lévy, Lumet Péridier, Ringelmann; les représentants les plus éminents des grands services de l'Etat apportèrent au Comité un concours constant avec M. Breton, directeur des Inventions; M. Bordas, chef des Laboratoires du Ministère des Finances; M. Cellerier, directeur des Laboratoires d'essais au Conservatoire; M. Dumanois, chef des essais de l'aviation; M. Hardel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, adjoint à la direction des essences et pétroles; M. Morel, directeur du Service des alcools; M. Patart, directeur général des Poudres.

Ce Comité me fit le grand honneur de m'appeler à le présider, et c'est ce qui me valut de porter la parole en son nom à la séance d'inauguration du Congrès des Combustibles liquides.

Le Comité scientifique groupa les directeurs des grands laboratoires, tant publics que privés, pour les associer à l'œuvre d'intérêt national à laquelle il s'était attaché : laboratoires de la Sorbonne, avec MM. Kœnigs et Le Chatelier; de l'Institut Pasteur, avec M. Gabriel Bertrand; du Conservatoire, avec M. Cellerier; des Services d'aviation de Chalais-Meudon, avec M. Dumanois; du Ministère de l'Agriculture, à Douai, avec M. Lévy; des Services des Poudres, avec M. Patart; de la Faculté des Sciences de Montpellier, avec MM. Gay et Godechot; de l'Université de Toulouse, avec MM. Sabatier et Mailhe; de l'Automobile-Club, avec M. Lumet; de la Société des Transports en commun de la région parisienne, avec MM. Péridier et Vergniol; de la Société des recherches et perfectionnements industriels, avec M. Georges Baume, directeur de cette Société et secrétaire général du Comité scientifique.

Ainsi constitué, le Comité scientifique a poursuivi méthodiquement sa tâche à partir du mois d'octobre 1921. Soit en commissions, soit en séances plénières, il s'est réuni presque toutes les semaines, tantôt à l'Institut, tantôt dans les laboratoires spéciaux. Il ne s'est pour ainsi dire pas passé de jour où, dans les laboratoires associés, l'un ou l'autre des problèmes posés n'ait été étudié.

Le Comité a reconnu tout d'abord qu'il était nécessaire de rassembler une documentation complète du sujet. Il a fait appel à des spécialistes, au courant à la fois des problèmes industriels et des principales langues de l'Europe. Les mémoires parus dans les journaux et revues techniques, tant en France qu'à l'étranger, ont été analysés. Les brevets pris dans tous les pays ont été réunis et résumés. Cette documentation, plus complète qu'aucune de celles qui existent à ce jour, sera publiée prochainement en un gros volume.

Le Comice de Béziers ayant décidé de faire appel aux inventeurs et d'instituer un grand

concours du Carburant national au mois d'avril 1922, en confia le jugement au Comité scientifique.

Plusieurs catégories de carburants étaient prévues : mélanges contenant au moins 10 0/0 d'alcool en solution dans l'essence et au plus 20 0/0 ; mélanges contenant de 20 à 50 0/0 d'alcool ; mélanges contenant plus de 50 0/0 d'alcool.

Les Commissions techniques du Comité scientifique fixèrent minutieusement les programmes des essais, et les critères auxquels seraient soumis les produits présentés ; et il fut procédé à un examen complet des dossiers.

Le Comité réunit ensuite des stocks de produits purs, essences, alcool, composés divers indiqués dans les formules des concurrents, et fit effectuer les mélanges sous la surveillance immédiate des membres du jury.

Il fut procédé alors à des essais physico-chimiques de ces mélanges et notamment aux essais de stabilité aux basses températures. Tous les mélanges furent examinés depuis la température ordinaire jusqu'à celle de 15° au-dessous de 0 : un des écueils les plus à redouter, étant, on le sait, la séparation des constituants aux basses températures. Ensuite eurent lieu les essais mécaniques au banc, puis les essais sur route. Ce programme, qui comporta l'examen de plus de cent formules différentes, se poursuivit tant dans les laboratoires de l'Université de Montpellier que dans ceux de la région parisienne.

Enfin des démonstrations publiques du carburant national eurent lieu dans la première semaine d'avril 1922, à Béziers, où les principaux concurrents essayèrent leurs formules au banc d'essais, puis sur des véhicules automobiles variés : voitures de tourisme, tracteurs, chars d'assaut et avions.

Les jugements du Comité scientifique sur le concours de Béziers ont été consignés dans un rapport très documenté de M. Baume. Le Comité a estimé que le Concours de Béziers avait fait faire un pas décisif au problème du carburant national, mais que cependant aucune des formules proposées ne pouvait être utilisée en grand, dans les termes exacts proposés par son auteur. Le problème du carburant national, sous sa forme limitée actuelle, consiste à réaliser un mélange identique sur toute l'étendue du territoire français, par addition de 10 à 20 0/0 d'alcool à l'essence. Ce problème, d'apparence assez simple, se complique par le fait que l'essence ne se dissout pour ainsi dire pas dans l'alcool, quand ce dernier n'est pas absolu. Comme l'alcool industriel ne titre guère que 95° à 96°, la dissolution directe de l'alcool dans l'essence serait chimérique s'il n'existait des corps qui ont la propriété de se dissoudre à la fois dans l'essence et dans l'alcool, et de jouer ainsi le rôle d'agents de liaison rendant possible le mariage de ces deux liquides.

Un des résultats les plus remarquables du concours de Béziers a été de mettre en lumière quelques-uns des corps les plus capables de remplir cette fonction d'unisseurs : il convient de citer principalement l'alcool butylique, l'alcool isopropylique, le cyclohexanol et certains dérivés de crésols.

D'autres chercheurs ont porté leurs efforts dans des voies différentes. Les uns ont montré qu'en ajoutant à l'alcool ordinaire des essences extra-légères, on réalisait, même avec une forte proportion d'alcool, des mélanges capables de donner de bons résultats dans les moteurs actuels. De telles essences sont relativement rares aujourd'hui ; mais leur production est en voie d'augmentation, soit à l'aide des gaz naturels, soit par les procédés du cracking.

Enfin, une troisième voie a été ouverte par les inventeurs qui sont parvenus à déshydrater l'alcool industriel que l'on ne fabriquait jusqu'ici qu'au titre de 95° ou 96° et à élever son titre jusqu'à 99°7 ou 99°8, c'est-à-dire à arriver bien près de l'alcool absolu. Dans ces conditions, il n'est plus besoin d'avoir recours à des mélanges ternaires. L'alcool absolu se mélange en toutes proportions à l'essence, et le mélange reste stable même à des températures aussi basses que 20°. Contrairement à un préjugé assez répandu, cet alcool absolu ne se montre pas plus hygroscopique que l'alcool à 95° ou 96°.

Tel fut le premier stade de l'activité du Comité scientifique : groupement de toutes les solutions intéressantes techniquement du problème des carburants alcoolisés.

Dans un second stade, le Comité se demanda si, parmi les solutions possibles scientifiquement, il en était une qui fût réalisable presque immédiatement, c'est-à-dire d'ici quelques mois, à une échelle industrielle et dans des conditions économiques acceptables.

Il reconnut qu'aucun des mélanges ternaires ne présentait ce caractère. Pour solubiliser 600.000 hectolitres d'alcool et les mélanger à 6.000.000 d'hectolitres d'essence, il ne faudrait pas moins de 200.000 hectolitres d'alcool butylique ; d'alcool isopropylique, de cyclohexanol ou de dérivés des crésols. C'est là un chiffre tout à fait en dehors des possibilités industrielles actuelles.

Une seule solution est acceptable, celle des mélanges binaires à base d'alcool absolu. C'est le grand mérite des services des Poudres, sous l'inspiration de leur éminent directeur, M. Patart, c'est plus spécialement l'œuvre de M. Loriette,

ingénieur principal des Poudres, d'avoir donné pour la première fois un mode de fabrication simple et peu dispendieux de cet alcool au moyen duquel plus de 10.000 litres ont été préparés. D'ailleurs, une fois l'attention des inventeurs orientée dans ce sens, d'autres procédés, tout à fait différents, de déshydratation ont été préconisés et seront peut-être mis au point d'ici peu de temps. Quoi qu'il en soit, avec les 10.000 litres d'alcool absolu déjà fabriqués, il est procédé en ce moment à des essais à échelle semi-industrielle de carburants essence-alcool contenant 10, 20 et 50 0/0 d'alcool. Ces essais sont de triple nature; d'une part, une de nos plus grandes sociétés procède à des mises en bidons des mélanges précités et à leur vente au public dans les conditions mêmes où les essences ordinaires sont livrées aux chauffeurs et touristes en automobile. Quand cet essai aura été suffisamment prolongé, on sera fixé sur le point de savoir si ces mélanges présentent des inconvénients pratiques. D'autre part, les mélanges sont expérimentés sur des véhicules automobiles en service courant : autobus d'une part, taxi-autos de l'autre. Les expériences seront poursuivies pendant la période la plus froide de l'hiver. Enfin, les laboratoires physico-chimiques et mécaniques dressent soigneusement les courbes relatives aux propriétés des mélanges précédents.

Il convient de mentionner que la production de l'alcool absolu a ouvert en outre une nouvelle voie qui paraît singulièrement intéressante : des essais préliminaires ont montré que le pétrole ordinaire se mélangeait fort bien à l'alcool absolu et que de tels mélanges additionnnés d'une faible proportion d'éther donnaient de bons résultats dans les moteurs à explosion usuels. De tels carburants seraient des plus intéressants en raison de leur prix de revient avantageux. Mais leur emploi est encore trop récent pour qu'on puisse avoir d'ores et déjà une opinion motivée à leur égard.

En ce qui concerne les mélanges essence-alcool absolu, au contraire, la question est déjà très avancée. Il serait téméraire à l'heure actuelle de formuler une conclusion définitive, mais il est permis de dire, sans optimisme excessif, que les essais en train depuis plusieurs mois sont des plus encourageants et donnent à penser que la solution de la question posée, il y a un an, au Comité scientifique, n'est plus bien éloignée maintenant. Si ces espoirs se confirment, ce sera un résultat des plus importants, puisqu'il montrera qu'un problème resté ouvert depuis un grand nombre d'années, un problème pour lequel d'importantes sociétés industrielles avaient dépensé, sans aboutir, des centaines de milliers de francs, a pu, grâce à la coopération d'un ensemble de techniciens compétents, appartenant au monde savant, au monde industriel, au monde administratif et travaillant en parfait accord, être mis au point avec une faible dépense d'argent et en un temps relativement court.

Daniel BERTHELOT,
Membre de l'Institut,
Président du Comité scientifique
du Carburant national.

LA FRAPPE DE LA MONNAIE : FAUSSES MONNAIES (1)

Dans le dernier article (*Revue Scientifique,* p. 760), nous avons envisagé la confection de l'alliage que nous avons amené à l'état de lames ayant une épaisseur bien déterminée.

Ces lames passent sous un découpoir qui en détache des rondelles de métal appelées flans, ayant un diamètre un peu inférieur à celui de la pièce à laquelle ils donneront naissance. La bande de métal dans laquelle les flans ont été découpés, la cisaille en terme de métier, retourne au creuset.

On peut remarquer que 2 pièces sont toujours découpées au même niveau dans la lame de métal. Ceci est important : cette lame n'est pas homogène, au moins pour les alliages d'argent : elle est plus riche au milieu que sur les bords. Si donc la lame était plus large et que l'on y découpe de front 3 flans, celui du milieu serait plus riche en argent que ceux des bords et la différence pourrait atteindre plusieurs millièmes.

Le flan est alors cordonné, c'est-à-dire qu'il passe dans une machine qui le comprime circulairement de façon à en relever légèrement le bord, provoquant une saillie que l'on appelle cordon ou listel.

L'utilité de celui-ci est double : il rend plus difficile la tâche du faux monnayeur, puis il protège l'effigie de la pièce contre l'usure. Si la pièce était plate, ce serait dans tous les cas l'effigie qui subirait les frottements et la pièce serait rapidement hors d'usage; au contraire si le listel est le plus saillant, c'est lui qui, dans la plu-

(1) Troisième conférence faite devant la Société des Hautes-Etudes de Bruxelles (Voir *Revue Scientifique*, p. 719 et 760.

part des cas, subira les frottements; la durée de la pièce sera augmentée d'autant

Le découpage et le cordonnage donnent toujours un certain nombre de flans mal venus, soit que le découpage, atteignant le bord de la lame, donne naissance à des flans incomplets, soit que par le cordonnage certaines pièces aient trop diminué de diamètre. Pour les éliminer, on fait rouler les pièces pendant quelque temps dans un cylindre en tôle perforée de trous à peine inférieurs au diamètre que doivent avoir les flans. Ceux qui sont mal venus peuvent seuls passer par les trous et s'éliminent en grande partie.

Ces deux opérations, découpage et cordonnage du flan, s'effectuent sur le métal fortement écroui : avec le métal recuit, le découpage s'effectue fort mal et le cordonnage déforme le flan; il sera donc nécessaire de procéder avant la frappe à un dernier recuit qui doit être poussé aussi loin que possible, car il y a grand intérêt à n'employer pour la frappe qu'un métal aussi mou que possible.

Ce recuit s'effectue donc lentement, soit au four Bath, soit dans des cassettes en tôle remplies de poudre de charbon de bois.

Mais les divers recuits, malgré tout le soin que l'on y a apporté, ont oxydé une partie du cuivre de l'alliage, les flans sont noirs, il importe de les débarrasser de l'oxyde de cuivre qui les souille : c'est le but de l'opération du blanchiment.

Elle consiste essentiellement à traiter les pièces oxydées par l'acide sulfurique à 26° B. L'oxyde de cuivre se dissout tandis que l'argent reste inattaqué.

L'opération du blanchiment a un autre but que le nettoyage de la pièce, but d'autant plus nécessaire que le titre de l'alliage est plus bas. Ces alliages sont d'autant plus jaunes qu'ils renferment plus de cuivre ; ceux à 680 seraient mal accueillis par les populations coloniales auxquelles ils sont destinés. Leur recuit est intentionnellement poussé plus loin qu'il n'est nécessaire, de façon à oxyder le cuivre de la surface. On obtient donc par le blanchiment une surface en argent pur qui donne bel aspect à la pièce.

Voici l'appareil dans lequel s'effectue le blanchiment. C'est un tonneau en cuivre perforé de trous de diamètre inférieur à celui de la pièce traitée, de façon à laisser passer le liquide tout en retenant les pièces qui plongent dans le bain acide chauffé par la vapeur à 80° environ. Ce tonneau subit un mouvement de rotation pendant 1/2 heure. Les pièces en sortent blanches; elles sont lavées à grande eau, puis séchées à la sciure de bois.

Elles ont diminué de poids par cette opération, mais surtout elles ont changé de titre, la perte portant exclusivement sur le cuivre. Il est donc nécessaire que les fontes de l'alliage soient effectuées à un titre plus faible que celui que doivent avoir les pièces finies. La variation de titre dépend de bien des conditions : de la composition de l'alliage, du nombre et de la durée des recuits, enfin et surtout de l'épaisseur des pièces. Le blanchiment est uniquement une action de surface et n'altère pas les pièces dans la profondeur. On conçoit que plus la pièce est épaisse, moins elle variera par le blanchiment. Il s'en suit que les fontes primitives doivent être au-dessous du titre que devait avoir la pièce finie, soit :

898	pour les pièces	de	5	francs, titre	900
833	—	—	2	— —	835
830	—	—	1	— —	»
830	—	—	0 fr. 50	—	»
672	—	—	piastre	—	680
672	—	—	—	—	680

Pour ces dernières pièces les écarts que donne le blanchiment sont considérables et conduisent souvent à la refonte des pièces que l'on trouve en dehors des tolérances légales.

Les pièces vont maintenant être frappées.

Nous avons vu que cette opération est des plus ancienne. Elle s'effectuait autrefois au marteau, en enfonçant le sceau ou coin dans le lingot de métal. Cette pratique s'est maintenue longtemps : les ateliers mérovingiens, dont on a retrouvé un certain nombre, contiennent encore le coin à main et le marteau.

La frappe au balancier a permis plus de régularité et plus de rapidité, mais le résultat artistique n'a pas été meilleur. On peut le voir avec des pièces grecques et mérovingiennes effectuées avec des moyens primitifs et dont cependant la netteté est véritablement surprenante.

Nous avons dit que l'écrouissage constituait un des plus grands inconvénients de la préparation des lames, il va au contraire devenir notre auxiliaire lors de la frappe des pièces. Le métal recuit serait trop mou, surtout s'il était passé au blanchiment qui rend sa surface poreuse : les pièces s'useraient trop rapidement, aussi allons-nous chercher par la frappe à lui communiquer l'écrouissage maximum.

Dans la frappe, le métal ne subit qu'une déformation très petite. Si l'on s'en reportait à la définition classique que j'ai rappelée pour l'écrouissage, celui-ci devrait être très faible.

Je me suis donc demandé si l'on pouvait obtenir l'écrouissage d'un métal par compression en l'absence de toute déformation.

J'ai foré dans un bloc d'acier un trou de 50 m/m, je l'ai fermé en bas par une rondelle d'acier, en haut par un piston s'adaptant exactement. J'y ai enfermé un cylindre d'argent ayant le même diamètre, puis j'ai enfoncé le piston par 10 coups d'un balancier puissant, et j'ai sorti le cylindre d'argent comprimé. Malgré le soin avec lequel l'appareil avait été ajusté, l'argent avait légèrement bavé entre le cylindre et le piston. J'ai détaché ces bavures et les ai pesées; elles représentaient la déformation. Leur poids était de 0,649. Celui du cylindre d'argent était 98 gr. 7. La déformation était donc $\frac{6,5}{1000}$

Et cependant l'examen des duretés a révélé un fort écrouissage : la dureté était de 23,5 avant compression; elle est devenue 39,5 après, soit un écrouisage 1,68.

Pour voir s'il était limité à la surface ou s'il avait pénétré dans toute la masse, j'ai scié le cylindre d'argent parallèlement et perpendiculairement à son axe, et j'ai pris sa dureté en divers points des sections ainsi obtenues. Les duretés ont varié de 38,6 à 39,5. Donc l'écrouissage avait pénétré presque uniformément en tous les points de la masse.

Une expérience de contrôle faite sur le zinc m'a fourni des résultats analogues

Il restait à voir s'il s'agissait d'un véritable écrouissage, affectant toutes les propriétés mécaniques du métal, ou si la compression n'avait modifié que la dureté. J'ai découpé dans le métal comprimé des barrettes dont l'une a été laissée telle que, et l'autre recuite, puis je les ai soumises à la traction.

	Dureté	Allongement	Charge de rupture
	—	—	—
Argent recuit.....	23.5	18,3	8,8
Argent comprimé.	39,5	10	10.6

La compression fournit donc un véritable écrouissage qui atteint à la fois la dureté, l'allongement et la charge de rupture.

Toutefois l'expérience précédente laissait un doute; l'argent avait subi une déformation, minime il est vrai, mais réelle, peut-être même plus grande que je ne supposais, car il est certain que le cylindre d'acier s'était dilaté sous la pression considérable qu'il avait subie. J'ai donc résolu de reprendre l'expérience en supprimant toute chance de déformation.

J'ai préparé un nouveau compresseur dans lequel j'ai disposé le métal à essayer sous forme de petits cubes noyés dans la vaseline. Le métal était pressé de toutes parts par la vaseline et ne pouvait se déformer. Enfin, je remplaçais le choc du balancier, trop brutal et non susceptible de mesure, par la pression continue de la presse hydraulique, à raison de 10 tonnes par centimètre carré.

J'ai longtemps été arrêté par la difficulté d'obtenir des joints étanches à de telles pressions. J'y suis arrivé en déposant au-dessous et au-dessus de la couche liquide 2 rondelles d'acier séparées par une rondelle d'étain et matant le tout au marteau. L'étain fusait entre les rondelles et le cylindre d'acier, et faisait une fermeture parfaite.

Une première série d'expériences a porté sur 3 cubes de métaux. En voici les résultats :

	Avant compression	Après	Ecrouissage
	—	—	—
Argent.....	19,4	36	1,8
Cuivre	27	46,1	1,70
Aluminium...	14,6	19	1,30

Une deuxième série a porté sur les métaux suivants :

Argent.....	20,3	32,2	1,58
Fer	57,7	62,3	1,10
Laiton	24	36,5	1,52
Zinc.....	33,1.	43	1,33

J'ai soumis à la métallographie le cube de laiton écroui sans déformation : sa structure n'avait été aucunement modifiée. Il faut donc conclure de ces expériences que :

1° L'écrouissage peut avoir lieu sans modification dans la forme extérieure ou dans la structure intime du métal, et est produit par la compression subie par celui-ci.

2° Les modifications métallographiques qui ont été observées dans les métaux écrouis étaient en rapport non avec l'écrouissage lui-même, mais avec la déformation qu'ils avaient subie.

La frappe consiste essentiellement à comprimer le flan recuit entre les 2 coins d'acier qui portent en creux les effigies, l'un de la face, l'autre du revers. Pour la fabrication des médailles qui se font au balancier, ces deux effigies peuvent être quelconques. Si les reliefs sont accentués, on en est quitte pour augmenter le nombre des coups de balancier, sauf à rendre de temps en temps le métal malléable par le recuit. Pour certaines médailles, on atteint 100 coups de balancier séparés par 12 recuits.

Nous avons établi plus haut combien il était important qu'une pièce de monnaie soit toujours identique à elle-même, que c'était là la

garantie principale qui peut permettre à l'Etat de se défendre des contrefaçons. Si c'est vrai pour le titre, c'est encore plus important pour l'effigie, dont le public est à même de reconnaître les moindres variations.

Or, le nombre de coins qui passent dans les presses de la Monnaie de Paris, prise comme exemple, est considérable. Il est actuellement de 1.500 par mois environ et sera au moins doublé le jour très prochain où fonctionneront nos ateliers annexes de Vincennes et de Poissy. Examinons donc comment on peut obtenir l'identité parfaite d'un tel nombre de coins.

Lorsqu'un nouveau type de monnaie est définitivement adopté, on en confie l'exécution à un artiste qui modèle en grande dimension le sujet principal, avec une matière plastique molle. Un dépôt galvanique vient donner à celle-ci une résistance suffisante pour lui permettre de subir sans déformation l'épreuve du tour à réduire. Celui-ci est une sorte de pantographe dont une des branches suit docilement les contours du médaillon précédent et dont l'autre, armé d'une molette à grande vitesse de rotation, grave mécaniquement, à la grandeur voulue dans un bloc d'acier une reproduction, qui, après retouche, devient le *prototype* de la pièce de Monnaie.

Avec le même galvano, on fait autant de prototypes qu'il y aura de monnaies à la même effigie et de grandeurs différentes. Le prototype est trempé avec les précautions que nous indiquons plus loin, puis enfoncé dans un bloc d'acier qui devient la *matrice originale*. Celle-ci ne diffère du prototype que parce qu'elle possède en creux les saillies du prototype et inversement. C'en est, si l'on veut, le négatif. Du reste chaque catégorie d'instruments se compose toujours de 2 pièces l'une en creux, l'autre en relief. Le prototype et la matrice originale ne servent qu'une fois, ils sont soigneusement gardés pour le cas où des accidents, bien improbables d'ailleurs, viendraient mettre hors d'usage les autres instruments monétaires.

La matrice originale donne à son tour naissance au *poinçon original* et celui-ci permet d'obtenir la *matrice de reproduction*. Ce qui distingue cet instrument de la matrice originale, c'est que l'on y enfonce avant la trempe, le millésime. Il y a donc au moins autant de matrices de reproduction que d'années, tandis que les instruments précédents étaient uniques.

Enfin, ces matrices servent à préparer les *poinçons de reproduction* dont on use un grand nombre chaque année pour préparer les coins. Etant donné le grand nombre de ceux-ci et la dureté du métal employé, on use beaucoup de poinçons de reproduction chaque année, et il suffit d'un léger accident pour que plusieurs matrices de reproductions soient nécessaires.

Comment, et en quelle matière, peut-on établir les instruments monétaires?

Les coins devant supporter sans déformation des pressions considérables, un seul métal peut-être utilisé et ce métal est l'acier. Il possède en effet la propriété d'acquérir par la trempe une dureté considérable, en sorte qu'un instrument en acier trempé s'enfonce sans difficulté dans un bloc du même acier non trempé. Une fois celui-ci imprimé en creux, on le trempe à son tour, et il devient capable de faire subir la même opération à un autre morceau d'acier.

Autrefois les aciers employés renfermaient uniquement 6 % de carbone, et d'après les spécialistes, il semble que ce fussent encore ceux qui donnaient les meilleurs résultats. Depuis que l'industrie produit un nombre considérable de variétés d'aciers, ceux qui ne renferment que du carbone ont été en partie délaissés et remplacés par des aciers au tungstène ou au chromo-nickel.

Les propriétés que l'on doit demander à de tels aciers sont multiples. Il importe qu'à l'état recuit, ils se travaillent bien à l'outil; il faut surtout qu'ils présentent la plus grande différence possible de dureté entre le métal trempé et le métal recuit. Enfin ces aciers ne doivent pas être cassants, ce qui est trop souvent la caractéristique des aciers trempés très durs. Nous en avons même rencontré qui, une fois trempés, se fissuraient spontanément, mettant hors d'usage les instruments de reproduction soigneusement conservés.

Le bloc d'acier une fois choisi est tourné à la dimension voulue, la partie qui doit recevoir l'effigie ayant la forme d'un cône obtus, puis on le recuit complètement. Ce cône est alors enfoncé d'un seul coup de balancier dans le poinçon ou dans la matrice. L'acier s'écrouit et il devient nécessaire de le recuire : un 2e coup de balancier donné sans recuit ne ferait en effet pas remonter l'acier dans la matrice, mais l'étalerait en surface en le déformant. Le recuit a lieu en cassettes, sous la poudre de charbon, à la température de 600°, on rectifie au tour les bords du tronc de cône qui ont toujours des bavures, puis on procède à un nouvel enfonçage au balancier. Suivant la dimension de la pièce à obtenir, 5 à 6 passes, avec autant de recuits, sont nécessaires.

Une fois les enfonçages terminés, les coins

sont tournés pour leur donner une dimension extérieure qui dépend de la presse qui sera employée; ils sont retouchés par le graveur, puis limés. Quand ils sont reconnus bons pour le service, ils sont chauffés sous une couche de charbon entre 8 à 900°, puis trempés à l'eau froide.

Ils n'ont plus qu'à subir un nettoyage en bain acide, une nouvelle retouche par le graveur s'il est nécessaire, puis un polissage, pour pouvoir être envoyés aux presses monétaires.

Ajoutons qu'il n'est pas rare qu'un coin, préparé avec ces minutieuses précautions, se fissure et devienne hors d'usage dès les premiers coups de balancier.

Les meilleurs peuvent difficilement frapper 150.000 pièces.

La fabrication de la monnaie, se faisant aujourd'hui à la presse monétaire, doit être achevée d'un seul coup; il faut donc que l'effigie soit peu saillante et en rapport avec la pression développée.

La presse monétaire se compose essentiellement d'une pièce mobile supportant le coin supérieur qui se trouve alternativement abaissée et soulevée par un excentrique à chaque tour de rotation de l'arbre moteur.

Les flans, accumulés dans une tige creuse fendue, sont poussés par un rateau entre les coins pendant que ceux-ci sont écartés. Après frappe, le même rateau rejette la pièce frappée en même temps qu'il ramène un flan nouveau. Une presse peut frapper plus d'une pièce par seconde.

C'est un outil fort délicat qu'une presse monétaire : le métal ne peut fuir sur le côté, étant retenu par la virole qui porte la cannelure, en sorte que l'écartement des coins doit être réglé d'une façon fort précise. S'ils sont trop écartés, les détails viennent mal; s'ils sont trop rapprochés ou si le flan est mal recuit, le coin éclate. On admet qu'une paire de coins peut frapper 30.000 pièces de pièces de 1 franc en argent, et 20.000 seulement de pièces en nickel pur dont le diamètre et l'épaisseur sont comparables.

Comment le métal glisse-t-il pour s'adapter exactement au coin monétaire? Des expériences fort précises ont été effectuées sur ce point par M. Verbas, à la Monnaie de Bruxelles. En examinant la coupe d'une médaille frappée entre un coin plat et un autre présentant une cavité hémisphérique, il a vu que le métal se plissait suivant la figure représentée ici (fig. 88), en sorte que contre la surface plane, il se produit d'abord une cavité qui ne se ferme que quand le métal, arrivé au fond de la cavité du coin, ne peut plus avoir d'expansion par la partie supérieure.

Si les deux coins offrent tous deux des cavités qui se correspondent, le métal se plisse comme l'indique la figure ci-dessous, en sorte que les parties intérieures de la pièce n'ont pas subi des efforts identiques et doivent, par conséquent, présenter des écrouissages différents. Nous verrons tout à l'heure une vérification importante de ce fait.

J'ai mesuré l'écrouissage des pièces après la frappe normale; il peut servir de vérification au bon réglage de la presse.

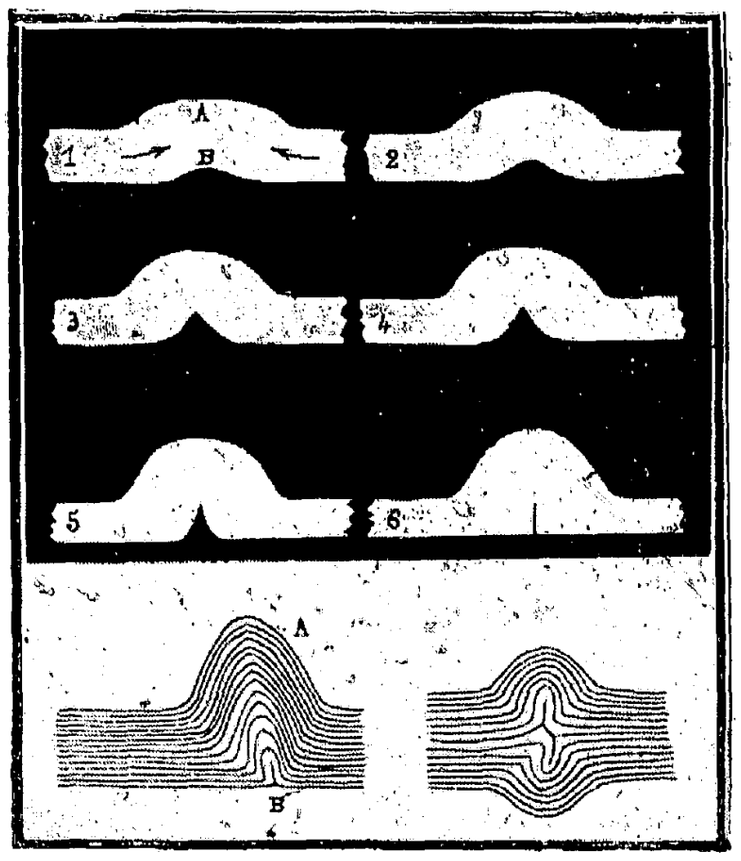


FIG. 88.

ÉCROUISSAGE APRÈS FRAPPE

	Duretés	Ecrouissage
PIÈCES :		
Argent : 5 »	72	1.5
— 2 »	80	1,6
— 1 »	80	1,6
— 0 50	76,9	1,54
Bronze Al. : 2 »	108	2
— 1 »	90.6	1,7
— 0 50	90,6	1,7
Bronze Nikel : 0 25	131	1,7
— 0 10	146	1,8
— 0 05	162	2

On voit que l'écrouissage est considérable, c'est la garantie de durée de la pièce.

Celle-ci s'use dans la circulation ; son effigie s'efface et elle perd du poids : c'est ce que l'on appelle le frai

Le frai est une perte sèche pour l'Etat qui

doit, au bout de quelques années, refondre les pièces de monnaie: Non seulement rien ne vient compenser les frais de refonte et de nouvelle fabrication, mais, en outre, l'Etat doit fournir le poids d'argent et de cuivre nécessaire pour remplacer ce qui a été perdu par le frai. On conçoit donc que l'on ait fait une étude approfondie de l'usure des monnaies. Elle a été menée à bien en 1884 à Paris par l'aministration des monnaies.

Le frai est beaucoup plus important pour l'or que pour l'argent. Ainsi, en prenant au hasard un grand nombre de pièces dans la circulation on a trouvé en 1884

		Pièces lourdes	Pièces bonnes	Tolérance frai	légères	Total
Or	20	1,17	48,46	43,40	6,97	100
	10	0,99	7,42	45,21	46,38	»
	5	1,61	9	25,46	63,90	»
Argent	5	1,54	29,27	56,96	12,23	»
	2	0,32	15,25	84,43	»	»
	1	0,41	9,52	90,07	»	»
	0,50	0,32	17,95	72,39	9,34	»

On voit que plus la pièce est petite, plus le frai est important. Remarquons, du reste, que les particuliers n'ont pas à en souffrir, l'Etat émetteur étant tenu de reprendre les pièces frayées, quel que soit leur poids, pourvu que l'effigie soit encore visible. Naturellement quand celle-ci n'est plus reconnaissable, la pièce de monnaie devient une simple rondelle de métal et l'Etat ne se considère plus comme engagé vis-à-vis d'elle.

Dans un travail fort remarquable, M. Verbas s'est demandé si l'effigie d'une pièce de monnaie complètement disparue, ne pourrait encore être reconnue grâce aux différences d'écrouissage que je vous signalais plus haut.

Il a fait fabriquer deux coins portant chacun une étoile à trois branches, et orientés à 60° l'un de l'autre. Des flans ont été frappés avec ces coins, puis usés à la lime, enfin polis au miroir par les procédés habituels. Les différents mordants attaquaient différemment les divers points de ces flans suivant leur écrouissage. Ainsi, en attaquant par l'acide nitrique d'une densité 1,25, on a vu réapparaître les images primitives :

La même expérience a été tentée sur des pièces frayées, prises dans la circulation et dont l'effigie ne pouvait être distinguée. Il a été facile de reconnaître leur nationalité et même d'y lire les inscriptions.

Ces faits ne sont pas spéciaux à l'argent. L'étain, le bronze, l'aluminium, le bronze de nickel ont présenté des phénomènes analogues, en faisant varier les réactifs développateurs employés, suivant la nature du métal.

Avant d'être lancées dans la circulation, les pièces sont soumises à de nombreuses vérifications. Elles sont examinées une à une sur les deux faces, celles qui sont défectueuses sont rejetées. Pour cela, on plonge dans la bassine où elles sont contenues une sorte de patience dont chaque case reçoit une pièce et une seule. Les 100 pièces sont examinées sur l'une de leurs faces, puis retournées d'un seul coup et examinées sur l'autre face. On voit qu'en même temps, elles se trouvent comptées.

Elles sont alors empilées et regardées sur la tranche. Les pièces mal venues sont retirées et remplacées ; enfin on détermine leurs poids. S'il s'agit de monnaie de billon, on se contente de les peser en masse. On calcule le poids moyen, mais les pièces d'or et de monnaie divisionnaire sont pesées individuellement sur la balance automatique. Un rateau les amène sur le plateau de la balance qui s'infléchit dans un sens ou dans l'autre quand la pièce est hors des tolérances de poids. Le rateau les fait tomber suivant les cas dans trois caisses : bonnes, lourdes, légères. Les pièces lourdes peuvent être légèrement usées et rentrer dans les bonnes, mais les pièces légères doivent être refondues.

Enfin les pièces d'or sont sonnées; c'est-à-dire projetées sur un bloc d'acier où elles doivent rendre un son clair. Les pièces pailleuses, reconnues à leur son mat sont retirées et renvoyées au creuset.

La production monétaire est devenue considérable : tandis que pour la moyenne des 35 années 1880-1915 la production de la monnaie de billon n'était que de 11.396.000 pièces elle a atteint en 1921 96.245.000 pièces, et cependant aucune démonétisation n'est venue atteindre cette monnaie.

Quelle est la cause de cette raréfaction ? On a accusé l'accaparement. S'il est à la rigueur possible pour l'or et l'argent, il est inadmissible pour la monnaie de billon. La cause me paraît toute autre. Depuis la guerre, le luxe a considérablement augmenté, surtout dans la classe ouvrière. Des besoins sont nés et pour les satisfaire, il faut de l'argent de poche. Il est donc certain que la masse de la population doit avoir à sa disposition plus de monnaie courante que par le passé. L'équilibre sera bientôt atteint et

ce jour-là on reviendra sensiblement aux frappes d'avant-guerre.

L'industrie de la monnaie a toujours rapporté de grosses sommes à l'Etat. Sauf la monnaie d'or, toutes les autres, surtout celle de billon, avaient une valeur réelle inférieure à leur valeur nominale. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que l'Etat ait eu des imitateurs, d'autant plus que ceux-ci, laissant de côté tous scrupules, remplacèrent les métaux précieux par des métaux vulgaires, ce qui accrut leurs bénéfices.

Aux âges primitifs, quand la monnaie était représentée par des têtes de bétail, la falsification était difficile. Cependant Solon rapporte qu'un individu, condamné à une amende de 7 bœufs, livra des bêtes tellement étiques que l'on dut le mettre en prison. Ce fut l'ancêtre des faux monnayeurs.

Au moyen âge, l'ignorance du public, peu habitué à la monnaie, facilita d'autant plus l'émission de fausse monnaie, et les rois eux-mêmes n'hésitaient pas à en fabriquer quand le trésor était vide.

Mais le métier comportait des risques pour les particuliers : le faux monnayeur était plongé dans l'huile bouillante, perspective qui faisait hésiter les contrefacteurs, et, en tous cas, qui empêchait toute récidive. Nos mœurs se sont adoucies, et les peines légères qui frappent aujourd'hui l'émission de fausse monnaie avaient fait de celle-ci une industrie florissante il y a quelques années encore.

Elle se divisait en deux branches bien distinctes : les fabricants et les émetteurs représentant si vous le voulez l'industrie et le commerce.

Le fabricant commençait par se procurer un moule en creux de la pièce qu'il voulait imiter. Le plus souvent ce moule était en plâtre et présentait des défauts qui se reproduisaient automatiquement dans toutes les pièces fabriquées avec le même moule. Celui-ci pouvait donner naissance à plusieurs centaines de pièces. Si le moule était en bronze, soigneusement gravé, on pouvait y couler indéfiniment des pièces de qualité supérieure.

Dans ces moules, on coulait un alliage fusible à basse température, habituellement un alliage d'étain et d'antimoine ; la pièce, démoulée, était ébarbée : sa tranche était rectifiée à la lime, on la dorait ou on l'argentait suivant les cas, puis on la portait sur le marché aux fausses monnaies où un rouleau de 100 pièces de 1 fr. se vendait suivant le fini de la pièce, 10 à 15 francs. Avec une cinquantaine de francs, on pouvait rassembler tout le matériel du faux monnayeur.

Il s'agissait là de l'article vulgaire, de la camelotte ; un procédé beaucoup plus redoutable était la fabrication de la fausse monnaie avec le métal même et avec des procédés analogues à ceux qui servaient à obtenir la vraie.

Cette fois, on ne pouvait plus la faire clandestinement dans son logement. Il fallait une véritable usine avec un personnel nombreux, des artistes pour graver les coins et disons-le avec regrets, des chimistes pour déterminer les alliages. Le bruit des laminoirs et des appareils de frappe attirait l'attention du voisinage. Enfin il fallait une importante mise de fonds qui nécessitent le concours de capitalistes.

Les premières pièces ainsi frappées qui nous soient parvenues venaient d'Espagne, de là le nom de Sévillanes sous lequel elles étaient désignées. Une usine importante a longtemps fonctionné à Barcelone. Les fausses pièces étaient écoulées dans le midi de la France, principalement dans la région de Marseille, ainsi qu'en Algérie ; la région d'Oran en était littéralement inondée.

Ces pièces avaient des effigies et des millésimes multiples; elles présentaient de nombreux défauts, en outre leurs titres étaient irréguliers, habituellement bien inférieurs aux titres normaux.

Une fabrication française de fausses pièces de 5 francs a fonctionné pendant bien des années et a coûté très cher à l'Etat. Les pièces, toutes du même type, présentaient l'effigie d'Hercule et le millésime 1873. Une légère erreur du graveur qui avait gravé le coin initial permettait de les reconnaître et la Monnaie de Paris en a retiré pour des millions. Aussi chargea-t-on les meilleurs limiers de la police de découvrir l'usine. Certains rapports la signalèrent dans la région de Belleville, tandis que d'autres prétendirent que la frappe se faisait sur un yacht qui naviguait à la voile en pleine mer, utilisant sa machine pour les opérations monétaires sans craindre de gêner les voisins et de provoquer leurs dénonciations. Il n'y avait qu'un point commun entre les rapports de police. Ils attribuaient cette fabrication aux anarchistes, ce qui est bien invraisemblable : des gens qui ont réalisé une telle fortune devaient être tentés de la conserver et répudier toute idée d'anarchie.

Une telle contrefaçon ne put être décelée que par la surveillance systématique du titre de la monnaie en circulation, qui permit de constater ensuite le léger défaut que présentaient les coins.

La guerre, en ramenant l'argent bien au-dessus du pair, a seule pu mettre fin à une industrie aussi florissante.

Une autre variété de fausses monnaies nous est offerte par les monnaies fourrées. Une pièce de monnaie est sciée en deux dans le sens de l'épaisseur, chaque moitié, est usée à la meule ou à la lime, puis on remplace le métal enlevé par une rondelle de plomb sur laquelle on soude les deux effigies que l'on a conservées.

Le bénéfice du faux monnayeur réside dans la petite quantité de limaille d'argent ou d'or qu'il a pu enlever. J'ai vu des pièces de 0 fr. 50 ainsi traitées. Il est vrai que c'était en Chine et le temps des Chinois ne coûte pas cher.

Un procédé analogue, mais plus perfectionné consiste à reproduire par la galvanoplastie les effigies de la pièce que l'on veut contrefaire, et à souder les deux lames minces sur une rondelle de plomb. Seules les deux surfaces sont en argent.

L'or n'est que rarement l'objet de contrefaçons aussi grossières, car sa densité élevée permet de les apprécier à la main; dans ce cas, c'est surtout la pièce de 10 francs qui a été imitée, à cause de son faible poids.

Il y a quelques jours encore, des pièces de 0 fr. 50 en bronze d'aluminium ont pu être écoulées en Suisse comme pièces d'or et vendues 23 francs pièce.

Il y a eu toutefois une imitation presque parfaite des pièces d'or au moyen du platine qui a une densité très voisine et même légèrement supérieure. Vers 1880 l'or valait 3 francs le gramme, le platine ne valait que 0 fr. 90.

Ces pièces soigneusement imitées, étaient parfaites comme effigies. Elles avaient le poids normal et la sonorité de l'or. Elles recevaient par la galvanoplastie une couche épaisse d'or. Seul, un listel un peu trop saillant, permettait aux initiés de les soupçonner, mais on ne les reconnaissait que, lorsque après un long usage la dorure s'en allait et qu'elles commençaient à blanchir sur les parties saillantes. Bien entendu, elles avaient bien des fois changé de main et il était impossible de remonter jusqu'à l'émetteur.

On peut estimer qu'une pièce de 20 francs devait revenir à 12 francs, y compris les frais de fabrication, ce qui laissait un bénéfice d'environ 1 franc par gramme de platine employé.

Combien ces fabricants malhonnêtes eussent été mieux inspirés en accumulant le platine et le revendant aux cours si élevés qu'il a atteints pendant la guerre ! Un bénéfice de 70 francs par gramme serait venu récompenser leur honnêteté, toute relative d'ailleurs.

Enfin, certaines personnes convertissaient les vraies pièces en fausses monnaies. C'est le procédé du lavage des pièces. Il suffit de traiter par un bain acide convenablement choisi des pièces de bon aloi. On pouvait sans grand risque dissoudre 1/10 du poids de la pièce, le bénéfice résidant dans le chlorure d'or ou le nitrate d'argent récupérés.

Mais le difficile n'est pas de fabriquer de la fausse monnaie, mais de l'écouler ; aussi nous avons vu que la plus grande partie du bénéfice de l'opération était réservée aux émetteurs. Ce sont généralement de pauvres diables qui risquent à chaque instant leur liberté pour gagner quelques sous. Impossible en effet de passer plusieurs pièces à la fois ; impossible de revenir souvent dans la même boutique. Le moment propice est celui où, à la clarté douteuse de la tombée de la nuit, un commerçant assailli par de nombreux clients, n'a guère le temps de vérifier la monnaie que l'on lui donne. Maigre métier de paresseux en réalité. Je doute qu'aucun émetteur ait jamais fait fortune.

Comment peut-on reconnaître les fausses monnaies ? Le facteur le plus important est le poids. Pour les pièces fondues, une pièce d'or de 20 fr. en alliage étain antimoine pèsera 3,8 au lieu de 6,45, poids légal. Une pièce de 1 fr. ne pèsera que 3,6 au lieu de 5 grs. De même les pièces lavées ayant perdu 1/10 de leur poids seront aisément décelées par leur poids trop faible.

Quant aux fausses pièces en argent frappé, elles présentent des écarts de poids beaucoup plus faibles ; cependant elles sont généralement en dehors des tolérances de poids. Dans cette détermination, il importe de tenir compte du frai ainsi que nous vous l'avons indiqué précédemment.

L'examen des effigies et surtout des tranches permet habituellement de reconnaître les pièces fausses. Les tranches cannelées sont d'ordinaire mal venues, et l'examen global d'un rouleau de 50 pièces par la tranche permettra à un œil exercé de sortir du premier coup les pièces fausses qui s'y trouvent. On voit par là tout l'intérêt qu'il y a à ne pas faire de pièces de monnaies avec des tranches lisses.

L'examen des effigies des pièces fondues révèle des gouttes de métal en saillie, ou des lettres déformées. Ces caractères sont importants : ils proviennent d'une défectuosité du moule et permettent d'affirmer que plusieurs pièces provien-

nent de la même fabrique. C'est en utilisant des recoupements de cette sorte que l'on peut remonter à l'origine de la fabrication.

Enfin, le moyen le plus sûr pour reconnaître la falsification, réside dans l'analyse des pièces supposées fausses. C'est le seul qui convienne pour les pièces frappées; il est bien exceptionnel que les pièces soient exactement au titre légal, les précautions qui seules peuvent l'assurer étant superflues pour le faux monnayeur.

On voit par cet exposé que le risque important que fait courir au crédit et aux finances de l'Etat la fabrication de la fausse monnaie, ne peut être conjuré que par une surveillance attentive de la fabrication qui doit rester dans des tolérances étroites. Toute augmentation donnée à celles-ci est une prime accordée aux faux monnayeurs.

Et maintenant que nous t'avons fabriquée avec tout le soin possible, va, petite pièce, lance-toi dans le grand torrent circulatoire ; prête ton concours au commerce honnête, et surtout ne sers jamais à acheter des consciences. Si malgré toi, tu dois rémunérer des services inavouables, tu peux te réhabiliter en soulageant bien des misères, tu es un des instruments de la Charité.

M. Hanriot,
Membre de l'Académie de Médecine,
Directeur des Essais
à la « Monnaie » de Paris.

REVUE ARCHÉOLOGIQUE

LE PORT SUBMERGÉ DE PHAROS PRÈS D'ALEXANDRIE

L'île de Pharos, déjà chantée par Homère, est située au nord d'Alexandrie et fut reliée à la terre lors de la création de la ville. Elle présente encore une altitude de 12 mètres et a dû constituer le plus haut relief de cette partie du littoral, se détachant nettement en avant de la côte basse.

M. Jondet (1) a retrouvé — au nord-ouest de cette île, les restes submergés de travaux maritimes grandioses qui n'avaient jamais été soupçonnés et dont l'existence soulève un grand nombre de problèmes d'archéologie, de géologie et aussi de géographie préhellénique.

Certains de ces travaux se trouvent à 600 mètres du rivage actuel; leur développement total atteint 4 kilomètres. Ils sont souvent parfaitement conservés avec leur superstructure et leur dallage; sur la place actuelle, qui sépare la côte de ces ouvrages, la mer a fait son œuvre, ne laissant plus que les fondations des nécropoles et des grands édifices, antiques entrepôts.

Un premier brise-lames colossal avait été établi en pleine mer, à 300 mètres de distance moyenne de la côte; long de 2.360 m., il abritait le port contre les vents du nord et du nord-ouest. D'autres ouvrages complétaient la fermeture; l'ensemble de ces travaux se développait sur plus de 6 kilomètres. Le *grand port antique*, ainsi entouré, mesurait 60 hectares ; sa largeur variait de 200 à 400 m.; des darses y étaient aménagées; les mouillages y étaient excellents (6 à 9 m.). Le brise-lames est constitué par deux lignes parallèles qui ont 8 à 12 m. de largeur au sommet; un terre-plein existait entre ces deux digues; il était remblayé avec du sable et dallé à sa partie supérieure. Un dallage en pente rendait facile le hissage des bateaux et on disposait d'un vaste espace pour leurs réparations. L'exposition privilégiée vers le sud les mettait à l'abri des coups de vent et permettait la mise à l'eau par tous les temps.

Près de l'entrée, contre l'île de Pharos, se trouvait un petit *port privé,* peut-être à l'usage du commandant du Port.

L'extrémité orientale du grand brise-lames s'appuie à une fosse de 150 m. de long sur 60 m. de large. C'est le *port de commerce* desservant l'île de Phraos. Ses proportions réduites le rendaient facilement défendable en temps de guerre.

Plus tard, en 1915, M. Jondet a découvert une seconde jetée, située à plus de 200 mètres au large de la précédente, dont le mode de construction est analogue. Cette jetée délimite le *bassin extérieur;* une série de môles parallèles s'en détachent, s'arrêtant à environ 60 m. du grand brise-lames et constituant autant de darses.

Enfin, aussi bien à l'est qu'à l'ouest, il existe encore une série de travaux sur les îlots voisins, soit des extensions du port, soit des travaux militaires.

Ce port antique avait donc des proportions

(1) Gaston Jondet « Les ports submergés de l'ancienne île de Pharos. » *Mémoires Institut Egyptien*, Le Caire, 1916, 102 pp., 4 pl. (cartes et coupes en couleurs).

énormes, et on peut dire, avec M. Jondet, que c'est la hardiesse même de sa conception en pleine mer qui en a retardé la découverte.

*
* *

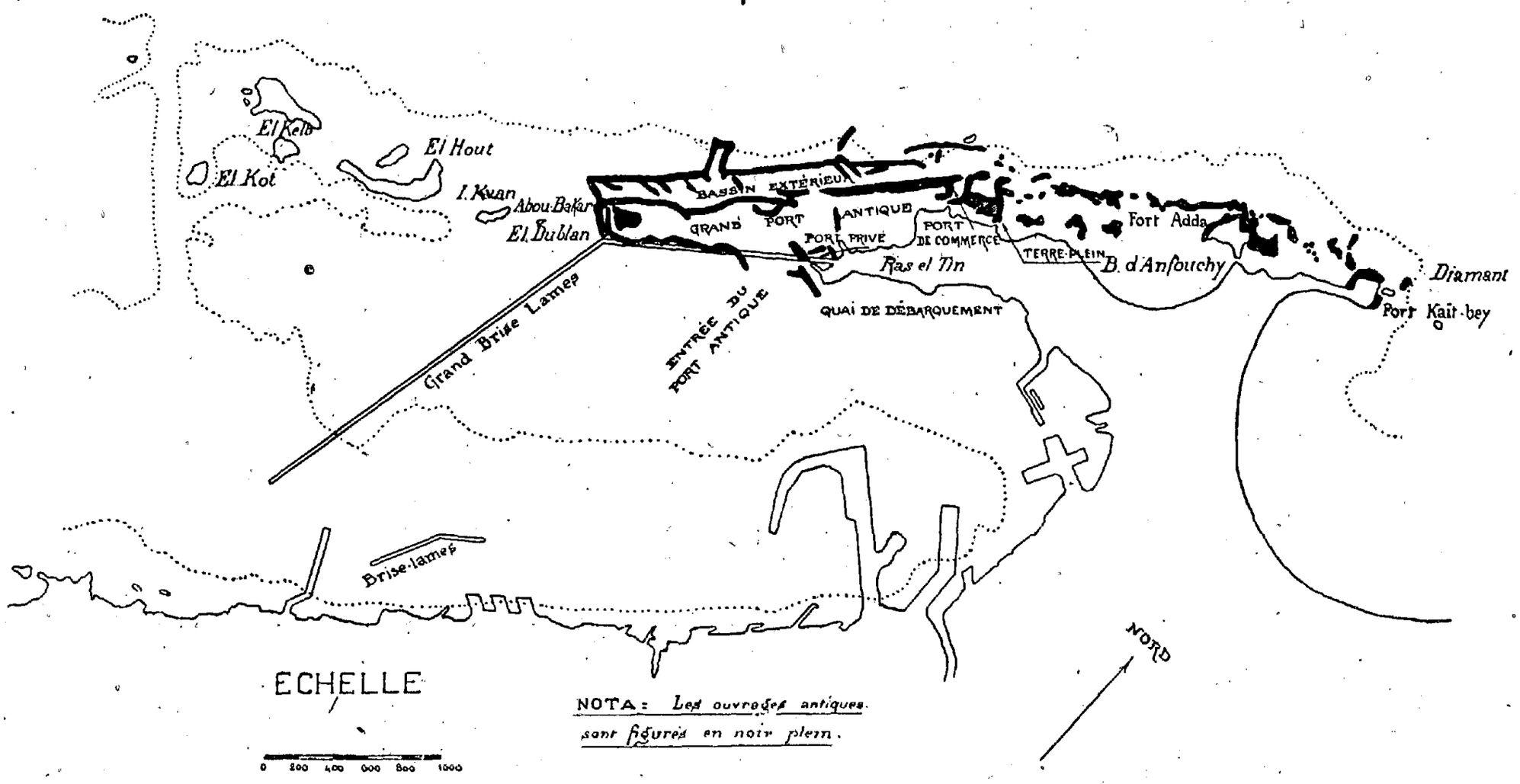
L'âge de ce port est actuellement indéterminé. Les ouvrages maritimes sont constitués par des matériaux posés sans liant hydraulique; on n'y retrouve, ni pouzzolane, ni briques plates. Les ouvrages comportant du béton leur sont superposés. Il résulte de cette constatation que ces travaux sont antérieurs à la conquête romaine.

D'autre part, les auteurs grecs sont muets à son égard et, en particulier dans Strabon, d'ordinaire si précis, on ne trouve rien qui puisse s'y appliquer; il était donc déjà submergé à son époque et sa construction remonte à une date plus reculée; effectivement Homère en parle comme d'un port commode.

M. Jondet fait remarquer que la surface du port est bien supérieure à celle de Pharos; ce port répondait aux besoins d'un Etat; il était construit contre un ennemi venant du large. D'autre part, ses dimensions dépassent de beaucoup celle des ports grecs; sa colossale conception impose à l'esprit un rapprochement avec les majestueuses constructions rectilignes de Thèbes, au même plan grandiose et simple, donnant l'impression d'une puissance, ordonnée et réfléchie, bâtissant pour une durée indéfinie. La mise en place des matériaux de ce port a exigé des difficultés plus considérables que la construction des Grandes Pyramides. Aussi M. Jondet ne serait-il pas éloigné d'y voir une œuvre de Ramsès II (environ 1292 à 1225 av. J.-C.).

Il semble qu'on peut se demander si, au contraire, ce port en pleine mer n'était pas tourné vers l'Egypte, dont il était à une journée de navigation, dit Homère, et si Pharos n'était pas l'Héligoland des côtes égyptiennes. En ce cas ce port serait peut-être l'œuvre des Pelasges préhelléniques, grands navigateurs, dont les monuments égyptiens de la 18e dynastie (1540-1315 av. J.-C.) parlent déjà et qui ont combattu contre Sethos I et Ramsès II (XIXe dynastie).

Il y a là une série de problèmes du plus haut intérêt pour l'histoire de tous les peuples méditerranéens, que seules des fouilles sous-marines minutieuses et très coûteuses pourront éclaircir.



Le Port submergé de Pharos

*
* *

La submersion de ce port antique pose une série d'autres problèmes, d'ordre géologique ceux-là, analogues à ceux qu'a posés l'étude du port antique de Delos et que M. Cayeux a si magistralement solutionnés (1).

D'une façon générale, la submersion des ouvrages est 2 m. 50 à 4 m. pour le grand brise-lames, de 6 m. 50 à 8 m. 50 pour le môle extérieur. Elle augmente donc avec leur éloignement du rivage, et cette seule constatation permet

(1) Cayeux « Fixité du niveau de la Méditerranée à l'époque historique ». *Annales de Géographie*, t. XVI, 1907; voir aussi *Revue Scientifique*, 9 mai 1914.

d'éliminer l'hypothèse d'un changement de niveau de la Méditerranée qui aurait été déterminé une submersion constante.

On est donc amené à envisager uniquement des mouvements locaux, et cela d'autant plus que l'état de conservation des ouvrages montre qu'ils ont probablement disparu par suite d'un affaissement brusque (fractures nettes des blocs), dû, soit à la compression de la vase, soit à un mouvement sismique. Or l'expérience montre que le tassement de la vase ne s'opère pas progressivement, mais que les différences de niveaux s'établissent par à-coups, après de longs intervalles de repos, sous l'action d'un poids de plus en plus considérable d'apports. Dans ces conditions, s'ils ont pu faciliter le glissement de la vase, les mouvements sismiques sont inutiles pour l'expliquer.

D'autres considérations pourraient être invoquées pour conclure à la fixité du niveau de la Méditerranée pendant l'époque historique (étude des égouts de l'ancienne Alexandrie par Saint-Genis, etc.).

Elles viennent, comme les précédentes, à l'appui de l'idée de M. Cayeux; il en résulte, d'une façon désormais à peu près certaine, que le niveau de la Méditerranée n'a pas varié depuis 4000 ans, (de — 2000 à + 2000) environ.

Comme, d'autre part, il parait assez bien établi que, au moins dans la région occidentale, la terrasse de 15 m. correspond à l'époque moustérienne, il reste à savoir comment, et, si possible, à quelle date s'est fait cet important changement de niveau de base entre l'époque moustérienne et les époques pharaonique ou préhellénique.

La découverte du port submergé de Pharos ouvre un champ nouveau à l'activité des archéologues, des préhistoriens et des géologues, à la limite de leurs domaines respectifs, aussi bien par des fouilles soigneuses à Pharos que par la recherche de ports semblables dans la Méditerranée, recherche que l'emploi d'avions rendra désormais plus facile.

Paul Lemoine,
Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (octobre 1922).

Théorie des Groupes. Etant donné un groupe linéaire dans un champ de Galois d'ordre p^k (p, premier), M. *de Séguier* en étudie les diviseurs isomorphes au groupe formé par les substitutions $(\alpha z + \beta) : (\gamma z + \delta)$ dans un champ d'ordre p^m.

Théorie des Fonctions. Après avoir défini les familles quasi-normales de fonctions méromorphes à l'intérieur d'un domaine (D), et après avoir introduit les notions de points irréguliers, d'ordre, et de valeur exceptionnelle, M. *Paul Montel* fait connaître au sujet de ces fonctions d'importants résultats qui généralisent, notamment, des théorèmes de M. Schottky et de M. Landau. Je citerai, par exemple, le suivant : Si les fonctions $f(z)$, méromorphes dans (D) sont telles que les équations $f(z) = 1$, $f(z) = 0$, $f(z) = \infty$ n'aient pas plus de p, q, r racines, elles forment une famille quasi-normale dont l'ordre ne dépasse pas celui des entiers p, q, r, qui est compris entre les deux autres.

Analyse. 1. Appelons progression par différences d'ordre p, toute suite u_n satisfaisant à la condition $\Delta_{p+1} u_n = 0$; l'emploi du langage géométrique permet à M. *G. Bratu* d'énoncer diverses remarques au sujet de ces progressions.

2. M. *Desaint* utilise l'intégrale de Cauchy pour développer une fonction, holomorphe dans une aire convexe, en série de fonctions V (x). satisfaisant d'ailleurs à des conditions très larges ; en particulier, ces fonctions peuvent être du type rationnel ou exponentiel.

3. Dans la théorie des fonctions automorphes d'une variable, à tout groupe proprement discontinu correspondent toujours des fonctions automorphes dont les singularités essentielles ne dépendent que du groupe ; ce résultat ne persiste plus dans le cas des fonctions automorphes de plusieurs variables. Pourtant, M. *P.-J. Myrberg* montre que dans des cas très généraux on peut rétablir l'analogie en rattachant la notion de discontinuité d'un groupe à la notion de points d'accumulation, non plus d'une suite de points mais d'une suite d'ensembles de points.

4. M. *Frithiof Nevanlinna* applique la formule de Green aux fonctions $u = \log |f(x)|$ et $v = \cos\varphi \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\rho}\right)$ [avec $x = re^{i\varphi}$] pour préciser les relations qui existent entre la distribution des zéros et des pôles de la fonction monogène $f(x)$ et la croissance de son module. Il obtient ainsi une généralisation étendue d'un théorème de M. Fritz Carlson.

Géométrie analytique. Quelles sont les courbes $x = f(u)$, $y = \varphi(u)$ telles que les triangles $A_{i-1}A_iA_{i+1}$ (dont les sommets sont les points A_j de cette courbe répondant à la suite de valeurs $u + jh$) aient tous même orientation et même aire, quels que soient u et h? M. *A. Angelesco* montre que les coniques sont les seules courbes à posséder cette propriété.

Géométrie infinitésimale. Appliquant la correspondance définie dans sa Note précédente, M. *E. Merlin* fait

connaître diverses propriétés des réseaux qui se rattachent à l'équation de Laplace.

Géométrie. A tous les points de l'espace S_3 on peut faire correspondre dans un plan des éléments géométriques (courbes, systèmes de points), dépendant de 3 paramètres ; partant de là, M. *d'Ocagne* établit une classification méthodique des divers modes de représentation de l'espace ; et il montre comment, à l'aide d'un système de deux points, par exemple, on pourrait obtenir une représentation plane de l'espace à quatre dimensions.

Mécanique rationnelle. Dans l'étude du roulement d'un solide, il y a intérêt à étudier les moments d'inertie du solide par rapport aux axes tangents à la surface-limite S du solide ; à chaque point M de S correspond une section par le plan tangent à S en M de l'ellipsoïde d'inertie du solide en M : c'est *l'indicatrice d'inertie*, à laquelle M. *An. Bilimovitch* étend la théorie de l'indicatrice de Dupin.

Nomographie. Considérons des échelles graduées pivotant autour d'origines mobiles sur Ox ; en faisant coïncider un repère d'une échelle avec un point courant de l'échelle consécutive, M. *Halvor Hansson* effectue des produits dont les facteurs sont les valeurs des fonctions représentées par les échelles. L'Auteur indique diverses applications de ce procédé, et M. *d'Ocagne* montre ensuite que dans la classification générale des monogrammes l'appareil se range à la suite des règles à calcul généralisées.

Calcul des probabilités. — 1. Soit $m\,(x^n)$ la valeur moyenne de la neuvième puissance d'une quantité variable : généralisant un théorème de M. Markoff, M. *Alf. Guldberg* montre que la probabilité pour que x ne surpasse pas le multiple $t\sqrt[n]{m_n(x^n)}$ $(t > 1)$ est supérieure à $1\text{-}t^{-n}$.

2. M. *Constant Lurquin* établit directement la généralisation apportée récemment par M. Guldberg au théorème de *Tchebycheff* ; puis il compare le degré de précision du nouvel énoncé à celui du théorème primitif de Tchebycheff.

Astronomie. Pour obtenir l'expression asymptotique d'une intégrale double dépendant de grands nombres, M. *Maurice Hamy* en ramène le calcul à l'évaluation préliminaire d'une intégrale simple, où l'élément élevé à une haute puissance ne dépend que d'une seule variable. La définition du nouveau contour d'intégration est difficile, et, sous divers rapports, le problème rappelle la discussion de l'intégrale double introduite par H. Poincaré dans la théorie de la fonction perturbatrice.

RENÉ GARNIER.

Physique

Nouveau rayonnement à courte longueur d'onde. — M. G. Reboul a découvert qu'un corps médiocrement conducteur de l'électricité, parcouru par un courant dans des conditions convenables, impressionne une plaque photographique. Les particularités de cette impression l'ont amené à supposer que le corps, traversé par un courant, émet un rayonnement très absorbable. Les expériences suivantes mettent hors de doute l'existence de ce rayonnement et permettent de déterminer les longueurs d'onde des radiations qui le forment.

Le conducteur étudié est formé par une rondelle de papier filtre dont la conductibilité a été légèrement augmentée par immersion dans une solution d'acide sulfurique à 1 pour 100. Cette rondelle, après avoir été séchée à l'air libre, est placée entre deux électrodes; l'une de ces électrodes est constituée par un piston à faible ressort qui maintient la feuille de papier contre une toile métallique formant la deuxième électrode de la cellule à rayonnement. Quand on établit une tension électrique entre les électrodes de la cellule, un courant traverse la feuille et on constate que l'air qu'avoisine la toile métallique est ionisé.

Le courant de saturation ne s'obtient pas nettement et les résultats rappellent ceux que l'on observe quand on veut établir l'existence d'un courant de saturation par « effet photo-électrique ». Ceci amène à supposer que le rayonnement, en tombant sur les parties métalliques du système collecteur, produit des effets secondaires (émission photoélectrique ou rayons secondaires).

Quand on fait varier l'épaisseur de la masse d'air soumise au rayonnement, on constate que les charges extraites croissent d'abord avec l'épaisseur, puis se maintiennent constantes. Ces résultats s'expliquent en admettant que l'ionisation est due à un rayonnement qui est totalement absorbé en traversant une couche d'air de quelques millimètres dans les conditions ordinaires de pression.

L'étude systématique de l'absorption montre que le rayonnement auquel elle correspond est un peu plus pénétrant quand la tension employée à la cellule est plus élevée. Dans une autre série d'expériences, M. Reboul a déterminé l'absorption du rayonnement par des pellicules de celluloïd. Les résultats ont donné, pour les coefficients d'absorption, des valeurs très voisines de celles que M. Holweck a trouvées pour les radiations ultra-violettes extrêmes de longueur d'onde variant entre 350 et 300 angströms.

On peut conclure que la longueur d'onde des radiations formant le rayonnement émis par les cellules est environ 350 angströms.

La facilité avec laquelle on obtient ces radiations permet d'en déterminer aisément les propriétés.

Leur caractère principal réside dans leur grande facilité d'absorption par toute matière. Outre l'air et le celluloïd, parmi les substances essayées, seule la fluorine se laisse faiblement traverser.

Ces radiations impressionnent la plaque photographique et noircissent des sels d'argent assez peu sensibles (papier au citrate d'argent). Elles provoquent dans l'air la formation d'ozone et ont une légère action sur les tissus organiques.

La forme des courbes de saturation que l'on obtient en les étudiants montre que ces radiations produisent des effets analogues à l'effet photoélectrique.

Enfin, on constate que, dans des conditions convenables, elles sont susceptibles de produire des actions analogues à la cohération, quand elles tombent sur des électrodes très rapprochées.

A. Bc.

Électricité

Chauffage par induction à haute fréquence. M. Ribaud (*Bulletin des recherches et des inventions*, mars 1922) s'est proposé de réaliser un procédé de chauffage par induction à haute fréquence.

Ce procédé consiste à placer la substance conductrice à l'intérieur d'un enroulement parcouru par des courants de haute fréquence, les courants induits dans la masse (courants de Foucault) produisent l'échauffement.

Pour la production des courants de haute fréquence,

l'auteur a utilisé une installation à étincelles (éclateur tournant); la différence de potentiel aux bornes de la capacité (4.000, 6.000 ou 8.000 volts) est obtenue au moyen d'un transformateur (50 périodes par seconde). On s'arrange dans chaque cas pour rester au voisinage de la résonance. Le four est constitué par un enroulement, d'une vingtaine de spires, fait de tube de cuivre parcouru par un courant d'eau. Les fréquences utilisées ont varié de 75.000 à 400.000 périodes par seconde, les puissances à l'entrée de l'installation ont varié entre 2 et 8 kilowatts.

Le problème, au point de vue théorique, est impraticable. D'une part, le circuit de l'étincelle comporte une résistance chimique et la résistance de l'étincelle qui, toutes deux, sont fonctions de la capacité et de la self inductance. En outre, la réaction, nécessairement très importante, de la substance conductrice sur le circuit de l'étincelle, ne peut être calculée.

L'étude des rendements ne peut être faite que par l'expérience. La méthode employée consiste à mesurer la quantité de chaleur gagnée dans un temps donné par la substance; on opère dans un calorimètre à eau, à parois de verre, contenant la substance conductrice. (métaux ou charbon).

Les valeurs obtenues pour les rendements, en utilisant au mieux tout l'espace contenu à l'intérieur de l'enroulement, ont dépassé 65 pour 100 pour le charbon. Pour le cuivre, elles sont notablement plus faibles.

Dans le cas de la réalisation de températures élevées, on ne peut utiliser qu'une portion restreinte du four, et les rendements obtenus sont moins élevés.

Ils peuvent néanmoins atteindre 25 pour 100 avec le charbon. La température maximum que l'on peut atteindre dans un four donné, croît avec la puissance disponible dans l'installation.

Voici les résultats obtenus par M. Ribaud dans de rapides essais de fusion de métaux faits dans des conditions d'isolement thermique très médiocres. Il a été possible de fondre 60 grammes de fer doux (température 1.400 à 1.500°) en moins d'une minute avec une puissance de 5 kilowatts à l'entrée de l'installation. Avec une température de 8 kilowatts, on a pu, dans un creuset en charbon, atteindre en une minute la température de fusion du platine.

D'après M. Ribaud les températures atteintes dépasseraient de beaucoup 2.500°.

A. Bc.

Chimie

L'Œuvre du chimiste Georges Lemoine (1). — Dans les doubles fonctions de Professeur de chimie à l'Ecole Polytechnique et d'ingénieur, puis d'Inspecteur général des ponts-et-chaussées, fonctions que M. G. Lemoine a exercées au cours de sa longue et laborieuse carrière, notre regretté confrère s'est attaché à mener de front des recherches sur différents sujets de chimie et des études ayant un rapport direct avec les services publics dont il était chargé.

Ses premiers travaux ont porté sur le sesquisulfure de phosphore qu'il a obtenu à l'état cristallisé. Ils l'ont conduit à étudier les sulfoxyphosphites et à trouver que ces derniers composés ont un édifice moléculaire aussi complexe que celui des composés organiques; les caractères des sulfures s'y trouvent en effet entièrement dissimulés. Resté une curiosité de laboratoire jusqu'en 1898, le sesquisulfure de phosphore est employé actuellement pour la fabrication des allumettes, au lieu du phosphore ordinaire qui donnait lieu à de fréquentes intoxications.

Ces recherches ont été suivies d'une étude très précise sur la transformation allotropique du phosphore qu'il a comparée à une véritable dissociation. Il a montré plus tard qu'il en était de même de la transformation du styrolène et métastyrolène.

Ne quittant pas ce domaine si captivant, à l'époque, de la dissociation, M. Lemoine a fait connaître, de 1874 à 1877, les lois de l'équilibre chimique entre l'hydrogène et les vapeurs d'iode. Comme il l'écrit fort justement, « c'est un type très net de la dissociation dans les systèmes homogènes gazeux ». Il a complété cette étude quelques années après par celle de la dissociation de la vapeur du bromhydrate d'amylène sous de faibles pressions. En 1881, M. Lemoine a coordonné l'état de nos connaissances sur les *équilibres chimiques* dans un ouvrage spécial qui fait partie de l'*Encyclopédie chimique* de Frémy.

L'activité scientifique de notre confrère ne s'est pas bornée à la question de la dissociation. Au cours de ses études sur l'acide iodhydrique, son attention fut attirée par l'action de la lumière sur les molécules chimiques. Il entreprit dès lors ses recherches sur le mélange de dissolutions d'acide oxalique et de chlorure ferrique. Lentement décomposé par la chaleur à l'obscurité, ce mélange est vivement impressionné à froid par la lumière en donnant une réaction irréversible. Dans ces dernières années (1916-1921), il étudia, dans le même ordre d'idées, l'action de l'acide iodique sur le même acide oxalique et publia plusieurs notes sur la catalyse de l'eau oxygénée par les oxydes et par le charbon.

Indépendamment de ces études de dynamique chimique, M. Lemoine s'est également occupé de recherches sur les solutions salines, sur la comparaison de diverses propriétés physiques des chlorhydrates de methylamine et des ethylamines auxquelles il faut ajouter une étude sur les hydrocarbures et les alcools dérivés des pétroles d'Amérique.

Notre regretté confrère a déployé les mêmes qualités d'homme sagace et consciencieux dans ses fonctions d'ingénieur. Les comptes-rendus de l'Académie des Sciences, les Annales des Ponts et Chaussées, l'Annuaire de la Société de Météorologie, les Annales de Géographie renferment de nombreux mémoires et notes où sont résumées des observations sur l'hydrologie, depuis l'année 1866 jusqu'à nos jours.

Partisan convaincu et fidèle de la recherche pour elle-même, de la recherche désintéressée, M. G. Lemoine a montré que, tout en pratiquant le culte de la science pure, son esprit restait ouvert aux contingences journalières de son importante tâche d'ingénieur.

Cette dualité assure à sa mémoire la perennité, et dans les annales de la chimie française et dans le corps distingué auquel il a appartenu.

A. Haller.

Membre de l'Académie des Sciences.

(1) Discours prononcé à l'Académie des Sciences, par M. Haller le 20 novembre 1922.

Géologie

Origine du limon (ergeron) des environs de Paris. — L'origine du limon des environs de Paris et d'ailleurs de toute la région, est depuis longtemps fort

discutée; tantôt on y a vu un produit de ruissellement, tantôt on a cherché une intervention glaciaire, tantôt on a émis l'hypothèse d'une action éolienne.

C'est cette dernière manière de voir qui est la vraie, d'après les arguments très curieux que vient d'apporter M. Cayeux (XIIIe Congrès géologique international, Belgique, Résumés p. 41). Ce savant y a en effet découvert des Foraminifères, assez nombreux, appartenant au genre *Fissuriva*, or, chose curieuse, ces Foraminifères ne se trouvent pas dans le Tertiaire sous-jacent, de sorte que l'on doit éliminer l'hypothèse d'une origine locale, donc d'un ruissellement ou d'une action glaciaire. Ces petits foraminifères fossiles proviennent de la craie et même de la craie cénomanienne qui n'affluent que dans la périphérie sud-est du Bassin de Paris, à plus d'une centaine de kilomètres.

Le vent est le seul véhicule possible qui ait pu faire ce transport, *l'ergeron des environs de Paris est donc une poussière d'origine éolienne* et l'on peut affirmer de plus qu'à l'époque où il s'est formé, régnaient dans la région parisienne des vents violents, dirigés du sud-est vers le Nord-Ouest. Paul Lemoine.

Biologie

Le rôle des urnes chez les Siponcles. — Quand on examine sous le microscope le liquide de la cavité générale d'un Siponcle, on est frappé par la variété des éléments qu'on y rencontre : en outre des hématies et des amibocites, des ovules et des spermogonies, le liquide cavitaire abonde en éléments fort curieux; en forme d'urnes, qui le sillonnent en nombreux essaims, très rapidement et en tous sens. On a remarqué depuis déjà longtemps que quand des corps étrangers se trouvent introduits dans la cavité générale du Siponcle, ils sont englués par les urnes; cette *fonction antixénique* a été étudiée en particulier par M. Cuénot. Comme elle présente manifestement un grand intérêt au point de vue des problèmes de l'immunité, un savant roumain très distingué, M. Cantacuzène, vient d'en reprendre l'étude; ses recherches, faites au laboratoire maritime de Roscoff, ont porté sur l'espèce *Sipunculus nudus* (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, t. 87, p. 259, 1922).

M. Cantacuzène examine d'abord de plus près le pouvoir agglutinant des urnes. Lorsqu'on inocule dans la cavité générale d'un Siponcle ou lorsqu'on mélange au liquide cavitaire recueilli *in vitro* une suspension de particules étrangères, des globules rouges de Mammifères par exemple ou des Bactéries, ces particules s'agglomèrent très rapidement, en une minute parfois, au pôle postérieur de l'urne. Celle-ci progresse, le pôle non cilié en avant, au milieu des éléments du sang qu'elle refoule en laissant derrière elle un long sillage. Les hématies amibocytes et particules étrangères qu'elle rencontre sur son chemin glissent d'abord le long de ses parois, mais aussitôt qu'elles parviennent au niveau du bourrelet cilié qui garnit le pôle postérieur de l'urne, il se produit une brusque *sélection*. Les hématies propres du Siponcle sont brutalement rejetées en dehors, et tourbillonnent à droite et à gauche du bourrelet, sans jamais pouvoir s'en rapprocher. Au contraire, les particules étrangères sont rapidement englués par une substance visqueuse que secrète l'urne et s'agglomèrent au pôle postérieur.

La séparation des deux catégories d'éléments s'opère, dit M. Cantacuzène, avec une instantanéité et une régularité telles qu'il est difficile de ne pas songer à un phénomène de nature *électrique;* tout se passe comme si les hématies propres du Siponcle portaient une charge de même signe que celui de l'urne, alors que les particules étrangères semblent porter une charge de nom contraire. Si cette hypothèse se vérifiait, elle serait des plus suggestives au point de vue du mécanisme général des réactions *d'immunité*. Quant aux amibocytes, ils ne sont point rejetés en dehors comme les hématies, mais pénètrent lentement, par le jeu de leurs pseudopodes, dans la masse agglutinée et ne tardent pas à phagocyter les particules étrangères (les urnes mêmes n'ont aucun pouvoir phagocytaire).

Cette immunité naturelle du Siponcle peut être augmentée considérablement par des vaccinations. M. Cantacuzène injecte à plusieurs reprises et à des doses croissantes une culture d'un vibrion isolé du sang même d'un Siponcle normal. Chaque inoculation nouvelle est suivie d'abord d'une baisse dans le nombre des urnes; puis le nombre remonte bien au-dessus de ce qu'il était avant, de sorte que chez un Siponcle, immunisé, il y a 5 à 7 fois plus d'urnes que normalement. D'autre part, le pouvoir sécréteur des urnes augmente notablement, et en même temps la phagocytose du vibrion par les amibocytes est beaucoup plus rapide et plus énergique que chez les Siponcles témoins.

A. Drz.

Histologie

L'origine du sang dans le foie embryonnaire des Mammifères. — Le mémoire que M. Max Aron, de Strasbourg, vient de publier sur ce sujet apporte des idées toutes nouvelles et qui sont intéressantes au point de vue de l'embryologie comme à celui de la morphologie générale (*Archives de Morphologie générale et expérimentale*, fasc. 10, 1922). Il y a déjà asez longtemps que les embryologistes ont remarqué la multiplication des cellules sanguines dans le foie et qu'ils ont attribué au foie de l'embryon un rôle important dans l'hématiformation. Mais la question était de savoir d'où proviennent les cellules sanguines du foie. Pour certains auteurs, elles seraient amenées au foie par le courant circulatoire, et seraient donc à considérer comme des éléments étrangers. Pour d'autres, ce seraient des cellules autochtones, en ce sens qu'elles dériveraient d'éléments propres à l'ébauche hépatique. Quels éléments ? les avis sont partagés là-dessus. On a pensé que les cellules sanguines naissent de l'endothélium vasculaire, ou bien directement des cellules endothéliales, ou encore des cellules mésenchymateuses de l'ébauche hépatique, ou enfin aux dépens d'éléments intermédiaires nés de la transformation des cellules conjonctives. M. Aron discute longuement toutes ces théories, montre l'insuffisance des images microscopiques invoquées, la fragilité des déductions. Et voici, appuyée par des études cytologiques, sa théorie propre: ce sont les cellules hépatiques mêmes qui constituent la source unique des cellules sanguines dans le foie embryonnaire ; les *hémogonies*, cellules-mères des globules rouges, naissent de la transformation des cellules hépatiques.

Pour M. Aron, le processus d'hématiformation est essentiellement un phénomène de sécrétion. A l'origine est une cellule glandulaire indifférente, la cellule hépatique primitive; elle a la propriété de fixer le fer du sang et de le transformer en un composé organique complexe qui se condense autour du noyau, puis

subit de nouvelles transformations dont le terme est l'hémoglobine. Ces transformations s'opèreraient sous l'influence des substances issues du noyau, lequel petit à petit se condense et s'atrophie. L'élément amidolé et émoglobinifère que l'on nomme hématie doit être considéré comme le vestige circulant d'une cellule glandulaire, support de sa propre sécrétion. Cependant, à mesure que la cellule hépatique se différencie et qu'elle poursuit son évolution vers la forme définitive adulte, elle perd la propriété d'utiliser le composé préhémoglobinique, et perd par conséquent le pouvoir d'engendrer de nouvelles cellules sanguines. Ce nouvel état coïncide avec le moment où la cellule hépatique acquiert un pôle exocrine et s'oriente par rapport à un canalicule biliaire dans lequel dorénavant se déverseront les produits de sa sécrétion externe.

Quelles sont les conséquences de ces constatations au point de vue de l'embryologie générale ? Etant donné que le foie naît d'une prolifération de l'intestin primitif, et qu'il a donc une origine endodermique, les cellules sanguines issues de cellules hépatiques seraient également d'origine endodermique. Or, on admettait couramment jusqu'ici que les globules sanguins dérivent du mésoderme. Si l'on conclut qu'un certain nombre d'entre-eux, ceux engendrés dans le foie, tirent leur origine du feuillet endodermique, et les autres du feuillet mésodermique, voici qui ébranle singulièrement la notion de la spécificité des feuillets-embryonnaires, notion qui d'ailleurs a déjà été mise maintes fois en échec. Mais les observations qu'apporte M. Aron viennent à l'encontre d'une autre notion encore, celle de la spécificité cellulaire. On s'est habitué à considérer la cellule sanguine comme une espèce particulière, et voici qu'elle naîtrait aux dépens d'une cellule hépatique différenciée, car, d'après M. Aron, non seulement les cellules hépatiques jeunes, mais encore des cellules adultes, pleinement fonctionnelles, quelquefois se transforment directement en hématies. Une espèce déterminée pourrait ainsi se transformer en une espèce totalement différente. La façon dont M. Aron envisage le problème est des plus intéressantes. Ne peut-on pas considérer, dit-il, les hématies, non comme les représentants d'une espèce cellulaire distincte, mais comme des éléments glandulaires amenés, par une série de transformations successives, à l'état de supports mobiles et privés de vie propre ? Et ne peut-on pas regarder le processus glandulaire dont-il s'agit comme un acte sécrétoire banal, pouvant, selon les influences physiologiques locales, être dévolu à des éléments d'origine fort diverse ? La cellule hépatique est un élément à potentialités multiples, elle est apte à produire l'hémoglobine chez l'embryon, comme elle l'est à fixer la graisse chez l'adulte. Elle n'est pas seule dans ce cas. La cellule conjonctive capable, dans certaines conditions, de réaliser la synthèse de l'hémoglobine et de se transformer en hématie, possède le pouvoir, dans d'autres conditions, ici de fixer de la graisse, là de sécréter du pigment... Suivant le jeu des facteurs physiques et chimiques, la cellule du foie s'oriente vers tel où tel autre de divers actes sécrétoires dont elle est susceptible.

A. Drz.

Alimentation

Emploi de la farine de malt dans l'alimentation des malades. — Il est parfois nécessaire de supprimer de l'alimentation de certains malades, pour un temps souvent fort long, la viande, le poisson, les coquillages, les crustacés, les œufs et les fromages, voire même le lait ; dans les cas de ce genre, pour maintenir l'équilibre nutritif, on est obligé d'accroître considérablement la ration hydrocarbonée, puisque l'apport des matières azotées, même végétales, doit généralement être réduit au minimum indispensable et qu'on ne peut accroître sans limite la ration journalière de corps gras. Le pain étant mal toléré par beaucoup de dyspeptiques gastro-intestinaux, on est donc amené à prescrire aux malades de s'alimenter surtout de farines de céréales, de riz, de semoules, de pâtes sans œufs et d'aliments sucrés. La consommation du sucre devant être surveillée, celle des pâtes étant vite restreinte par les malades eux-mêmes, on ne peut guère recommander que l'usage des farines, surtout celle du blé, puis celles d'avoine, de riz et d'orge.

Mais quand on est forcé de prescrire un régime de ce genre, il ne faut pas laisser au malade le soin de fixer lui-même la quantité d'aliments qu'il devra absorber chaque jour et de le guider seulement dans son choix; il est également nécessaire de lui indiquer les doses de farines et de corps gras qui devront former la base intangible de sa ration journalière.

Ces doses, très variables suivant les cas, devront être calculées pour chaque sujet en tenant compte de la quantité de pain, de pâtes, de riz, de légumes ou de fruits qu'il est possible de lui permettre et de manière à fournir au moins les deux tiers des calories qui lui sont nécessaires. Il est d'ailleurs indispensable, en observant la courbe du poids du malade, après une période d'adaptation d'une ou deux semaines, de se rendre compte si la ration a été convenablement établie et si elle est bien assimilée.

En opérant ainsi, il est facile de ramener à un chiffre normal, et de maintenir ensuite constant pendant des mois, voire même des années, le poids des malades qu'une prescription uniquement qualitative avait rapidement amenés à un état d'inanition des plus préjudiciables.

Bien entendu, il serait bien difficile, sans un artifice que nous allons indiquer, d'observer un régime de ce genre. En effet, si l'on prend l'exemple d'un adulte de 75 kilogrammes, menant une vie active, mais ne consommant d'une façon habituelle ni pain, ni riz, ni pâtes, la dose journalière de farines doit atteindre 400 à 450 grammes, surtout en hiver. Cette farine ne peut guère être prise que sous forme de bouillies préparées à l'eau additionnée ou non d'un peu de lait et assaisonnées avec du beurre ; mais, avec la technique habituelle, pour que la consistance de ces bouillies soit acceptable, il faudrait employer une quantité de liquide telle que son absorption serait nuisible au malade. Cette difficulté est, heureusement, facile à supprimer en procédant au maltage des bouillies, ainsi que le recommandent depuis longtemps les spécialistes de l'alimentation infantile.

L'utilité de cette pratique vient justement d'être mise en évidence dans une brochure où M. Lecoq a ressemblé les travaux qu'il a récemment publiés sur cette question, en collaboration avec MM. Doléris et Perrot (1), et qui portent sur l'action diastasique de la farine de malt, sur le mode d'emploi de celle-

(1) *La farine de malt. — La pratique du maltage et les farines maltées du commerce*, par le Dr Doléris, le Professeur Perrot et R. Lecoq. 1 broch. in-8° de 23 pages. Vigot frères, 23, rue de l'École-de-Médecine, Paris. Prix : 1 fr. 50.

ci et sur les farines maltées du commerce. Ces auteurs ont eu l'heureuse idée de rappeler à la fois aux praticiens et au grand public les précieuses propriétés de l'orge germé, desséché à la touraille, et de leur montrer combien il est aisé et peu coûteux de les mettre à profit en substituant la simple farine de malt aux extraits et aux farines maltées de commerce.

De leurs expériences il résulte que, pour réaliser au mieux la saccharification des amylacés il convient d'opérer à 75° et d'ajouter de la farine de malt dans la proportion de 30 pour 70 de farine cuite préalablement, mais quand l'insuffisance amylolytique des malades est peu accusée, cette proportion peut être considérablement réduite. Il en est de même quand le maltage est simplement considéré comme un artifice ayant pour but de rendre possible et même agréable l'absorption des hautes doses de farines que comportent les régimes signalés plus haut.

Si l'on délaie à froid 220 grammes de farine de blé additionnés de 10 grammes de farine de malt dans 250 centimètres cubes de lait pur ou d'un mélange d'eau et de lait (1) et qu'une heure après on ajoute, en remuant sans cesse, 250 centimètres cubes d'eau bouillante, on peut, après cuisson d'un quart d'heure à l'ébullition et refroidissement à 70°-75°, se contenter d'une nouvelle addition de 10 grammes de farine de malt qui, en quinze ou vingt minutes, à 70-75°, permettront, si l'on a pris soin de remplacer l'eau évaporée, d'obtenir une bouillie de consistance crémeuse et de saveur peu sucrée. Une telle préparation assaisonnée de 20 à 30 grammes de beurre, passée bien chaude au moment de la servir à chacun des deux principaux repas, permet de faire prendre chaque jour, à un malade tolérant bien les hydrates de carbone, plus de 450 grammes de farine qu'il serait impossible de lui faire accepter sous forme de bouillies épaisses non maltées et même dangereux de lui prescrire en bouillies claires non modifiées par le malt.

Avec une telle base énergétique, le régime végétarien strict permet de maintenir indéfiniment l'équilibre nutritif de bien des malades, et même de les suralimenter, sans imposer à leur appareil digestif la surcharge qu'on leur infligerait par la seule prescription de légumes verts, de fruits, de pâtes ou de bouillies préparées à la manière ordinaire. Grâce au maltage qui permet l'absorption et facilite l'assimilation des fortes doses de farines (2), les fruits et les légumes verts peuvent être pris en quantité plus réduite sans que le praticien ait autant à redouter que ses patients s'alimentent insuffisamment.

L'usage habituel de la farine de malt est donc des plus recommandables, d'autant mieux qu'il permet d'abaisser considérablement le prix de la ration d'entretien et donne le moyen de suralimenter à peu de frais les malades de la classe pauvre, surtout si l'on s'en tient à la proportion de malt que je viens d'indiquer. Une expérience personnelle de plusieurs années me permet d'affirmer que celle-ci est largement suffisante pour les sujets ne présentant pas une intolérance spéciale à l'égard des amylacés, à condition bien entendu qu'on se serve d'une farine de malt fraîchement préparée et aussi peu blutée que possible pour qu'elle contienne le maximum d'amylase et de vitamine. Il est même prudent, quand on ne la prépare pas soi-même, de vérifier si cette farine n'est pas un sous produit de l'amylase, c'est-à-dire qu'elle est bien une farine de malt complète.

Albert BERTHELOT.

(1) Cette addition de malt pendant le délayage détermine, au moment où l'on élève la température de la bouillie jusqu'à l'ébullition, une légère liquéfaction de la masse qui facilite sa cuisson et par cela même l'action de la seconde addition de farine de malt.

Quand le lait est complètement interdit, on le remplace par 250 centimètres cubes d'eau froide. Bien entendu la dose de farine de blé doit être adaptée aux besoins du malade. mais il vaut mieux ne pas diminuer celle de la farine de malt.

(2) La farine de blé est celle qui convient le mieux, mais on peut la mélanger de farine de riz, d'avoine ou d'orge.

Économie politique

La politique douanière internationale. — La politique douanière internationale est caractérisée depuis la guerre par une extension et un renforcement du régime protectionniste.

Les nations désemparées par le bouleversement qui a profondément affecté les conditions de production et d'échange, cherchent à se défendre contre les conséquences de la crise économique qui s'est abattue sur le monde, voici deux ans maintenant, et un des moyens les plus couramment employé est le relèvement des tarifs douaniers. Cette politique, qui a gagné progressivement toutes les nations, est quelque peu contradictoire avec le fait que pour combattre la vie chère et améliorer les changes dépréciés il faut avant tout développer la production et les exportations. Autrement dit, pour sortir de la crise actuelle il faut s'enrichir et pour s'enrichir, il faut vendre. (M. Max Lambert *Bulletin de la Société de Chimie indust.*, t. III.)

Comment vendre sans acheter ? Sans doute, le relèvement des droits de douane à l'importation est de nature à provoquer à l'ntérieur d'un pays la hausse des prix et, par conséquent, à stimuler la production. Cet encouragement doit provoquer une abondance de produits qui doit, à son tour, avoir une influence sur leurs prix de vente et laisser un exécdent pour l'exportation. Mais où exporter, si toutes les nations élèvent devant leurs frontières des barrières infranchissables ? Cependant, jamais les échanges internationaux n'ont été aussi nécessaires qu'à l'heure acfuelle.

Si l'on s'est réuni à Gênes, c'était en partie en vue de reprendre les transactions avec la Russie, dont les exportations de blé, de lin, de métaux, de pétrole, dont les importations de produits manufacturés de toutes sortes sont indispensables à équilibrer et à stabiliser le système économique européen. Mais toutes les nations veulent vendre et se refusent à acheter. Comment, dans ces conditions, faire renaître le commerce international ? Comment conjurer la crise dont son ralentissement est une des causes ?

La Grande-Bretagne, la nation libre-échangiste par excellence, a mis en vigueur une loi destinée à protéger certaines de ses industries contre le « dumping » et contre toute concurrence étrangère qui puise sa force d'expansion dans la baisse du change. Les Dominions britanniques procèdent ou ont déjà procédé à un relèvement de leurs tarifs. La Belgique, où la liberté commerciale était en faveur, a également suivi le mouvement.

La Suisse, qui accueillait assez facilement les produits étrangers, a doublé, même triplé, au mois de juin 1921, ses droits d'entrée.

Même politique en Italie et en Espagne, avec lesquelles des négociations sont entreprises en vue de la

conclusion de traités commerciaux. Même politique aux Etats-Unis où se poursuit la mise au point du Fordney-Bill.

Il n'est pas jusqu'aux nouveaux Etats de l'Europe centrale qui ne se soient signalés par l'établisement de tarifs douaniers plus ou moins prohibitifs. On constate donc partout la même tendance des pays à fermer leurs frontières sous prétexte de défendre leurs industries.

On a fait à la France le reproche injustifié de s'être, la première, lancée dans cette voie. Elle n'a fait que se défendre. Elle ne pouvait pas, au risque de voir ses industries, déjà affaiblies par la guerre et les dévastations, se désagréger totalement, et d'être atteinte d'une façon aiguë par le fléau du chômage, se laisser envahir par les produits étrangers sans s'être assuré le bénéfice de la réciprocité.

En accentuant son orientation dans le sens du protectionnisme, elle n'a fait que se mettre au niveau des nécessités que lui imposait la politique des autres nations. On en a le sentiment très net en analysant la situation économique de la France sous l'angle de ses rapports avec les autres pays.

Pour faire revivre le commerce international, il n'y a qu'un moyen, c'est celui qu'a préconisé la Commission Economique de la Conférence de Gênes. Il consiste dans le rétablissement, par voie de conventions et d'entente des anciens courants commerciaux ajustés aux conditions nouvelles de l'Europe.

La concentration des forces économiques au cours de la guerre a remis aux mains de l'Etat la plus grande partie de la production et la presque totalité du commerce extérieur. Il en est résulté une manière d'étatisme mondial qui a persisté avec le retour de la paix et qui a été dominé par la pensée de se prémunir contre la menace des voisins.

Il est temps de revenir à une économie plus saine et plus conforme à la loi des échanges et de la solidarité entre les nations. Le retour à la propérité dépend de la renaissance des traités et des méthodes qui présidaient jadis à la conclusion de ces traités.

Parmi ces méthodes, il en est une qui se recommande tout particulièrement à l'attention des Pouvoirs publics : c'est, avant d'entamer toute négociation, de provoquer la consultation des syndicats, des groupements susceptibles de leur apporter une documentation précise et des suggestions autorisées. L. Fl.

Statistique

Les navires allemands à moteur. — L'Allemagne s'est mise très tardivement à la construction des cargots à moteur. En Europe, la Suède tient la tête, en 1921, avec les 4/5 du tonnage en construction, puis viennent le Danemark et l'Angleterre.

Mais si l'industrie allemande n'a lancé que quatre bâtiments à moteur depuis la guerre, la *Schiffahrt Zeitung* nous indique qu'elle veut rattraper ce retard : 20 grands navires à moteurs viennent d'être mis en chantier.

A Hambourg, le Deutscheswerk construit 3 cargos de 4.500 tonnes pour la Hamburg Aemrika, 2 autres du même tonnage pour la Kosmos, ainsi que 7 pétroliers, variant entre 2.500 et 3.800 tonnes,.

La Hamburg Amerika a commandé aussi, chez Blohm et Voss, un cargo de 6.000 tonnes, et la Hamburg-Sud-Amerika, 2 bâtiments de 9.000 tonnes (2 moteurs Sulzer de 2.600 HP).

La Hansa, de Brême, va recevoir 2 cargos de 6.200 tonnes, et les chantiers Vulcan, à Stettin, construisent 2 cargos de 6.200 tonnes pour le Nord-Deutscher Lloyd.

Presque tous ces navires recevront des moteurs Sulzer ou des demi Diesel.

Variétés

Le Congrès de l'association des conservateurs des collections publiques de France. — Parmi les questions étudiées, en mai 1922, au Congrès de Marseille, quelques-unes méritent de retenir l'attention. Ainsi le conservateur du Musée Carnavalet, M. Jean Robiquet, a communiqué une note sur l'abaissement indispensable des énormes droits de succession que payent nos divers musées non nationaux lorsqu'ils recueillent des collections par héritage.

Les musées, parisiens ou provinciaux, qui ne sont pas musées nationaux, payent en effet des droits de successions qui sont, dit M. Robiquet, de 28 % à 90 % de la valeur des collections léguées.

Il nous a semblé utile de signaler cet état de choses qui, certainement, surprendra plus d'un lecteur.

Le résultat est que bien des musées n'ayant pas les ressources nécessaires sont condamnés à refuser toute succession.

Le Conseil municipal de Paris a émis à ce sujet les protestations les plus vives, puis à la Chambre, un projet de loi a été déposé pour accorder le dégrèvement des droits de successions à tous les Musées de France. La loi n'a pas encore été votée, et cela est regrettable, car tant que l'état de choses actuel durera, nos nombreux musées de province qui pourraient être des centres d'instruction de premier ordre seront de plus en plus réduits à l'état de conservatoires de quelques vieilleries, dans l'impossibilité où ils se trouvent de s'accroître par héritage.

L'activité manifestée par les conservateurs de musées, sous l'impulsion donnée par le Dr Loir, conservateur du Muséum du Havre, évitera que nos nombreux musées de France soient paralysés par les dures circonstances matérielles qui les enserrent, et tous les Français souhaiteront que la loi étudiée soit rapidement discutée et adoptée. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Physique appliquée

La cuisine électrique aux Etats-Unis. — La difficulté de se procurer la main-d'œuvre domestique avait depuis longtemps développé aux Etats-Unis tous les appareils d'entretien : machines à laver, nettoyeuses par le vide, fers à repasser électriques, etc. Le développement continuel des réseaux de distribution invita les producteurs à augmenter le champ d'application de l'énergie électrique ; en particulier les fourneaux de cuisine à chauffage électrique ont pris une extension considérable : c'est à plus de 100.000, en effet, qu'on évalue tous ceux qui sont en service, non compris naturellement les bouilloires, les gaufriers, etc., dont toute maison se doit d'être pourvue.

Quant à l'énergie consommée, elle est considérable : plus de 250.000 kilowatts sont installés, dont chacun travaille plusieurs heures par jour.

Ce qui a contribué à vulgariser les fourneaux de cuisine électriques, c'est leur facilité de conduite ; les fours, par exemple, comportent trois chauffages : fort, moyen et faible; une pièce de viande est « saisie » par le chauffage *fort*, puis cuite en restant un temps convenable à une température voisine de 200°, que l'on réalise aisément au moyen du chauffage *faible*. Les appareils sont soigneusement calorifugés, les fours sont maintenus aussi étanches que possible, on n'y laisse que les ouvertures nécessaires pour laisser passer l'air destiné à enlever l'eau évaporée des plats. La consommation d'énergie est ainsi réduite au minimum, ce qui est loin d'être le cas avec les autres modes de chauffage culinaire, où les pertes par chaleur sensible (enlevée par les gaz de la combustion) atteignent les 9/10 de la chaleur totale. Même avec du courant relativement cher, l'électricité peut donc lutter avec d'autres sources de chaleur

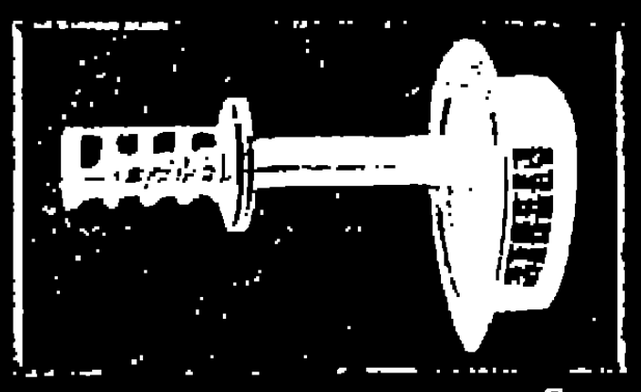


Fig. 89. — Fourneaux électriques automatiques. Thermoscope maintenant constante la température des fours. On aperçoit à droite la lame bimétallique (en hélice) dont la torsion sous l'influence de la température, commande le mouvement du commutateur de réglage.

Fig. 90. — La torsion de la lame bimetallique provoque la rotation de l'axe C auquel est liée la came E. Celle-ci vient soulever le levier F qui agit sur l'interrupteur de courant D. Le levier et l'interrupteur peuvent être déplacés au moyen de la tige B le long du secteur divisé, ce qui permet de provoquer la rupture du courant à la température désirée indiquée sur le secteur; quand la température vient à baisser, la came revient en arrière, l'interrupteur est fermé à nouveau et le courant rétabli. C'est donc une régulation par tout ou rien.

culinaire. Par exemple, 1 kwh à 1 fr. donnant 860 calories utilisables, sera aussi économique qu'un m3 de gaz à 0 fr. 50, qui donne 4.900 calories dont les 9/10 partent sans profit à la cheminée.

D'autre part, les constructeurs se sont ingéniés à réaliser des appareils exigeant le moins de surveillance possible : les fourneaux « automatiques » dans lesquels une lame bimétallique placée dans les fours commande, par un dispositif convenable d'électro-aimants, le mouvement du commutateur de réglage.

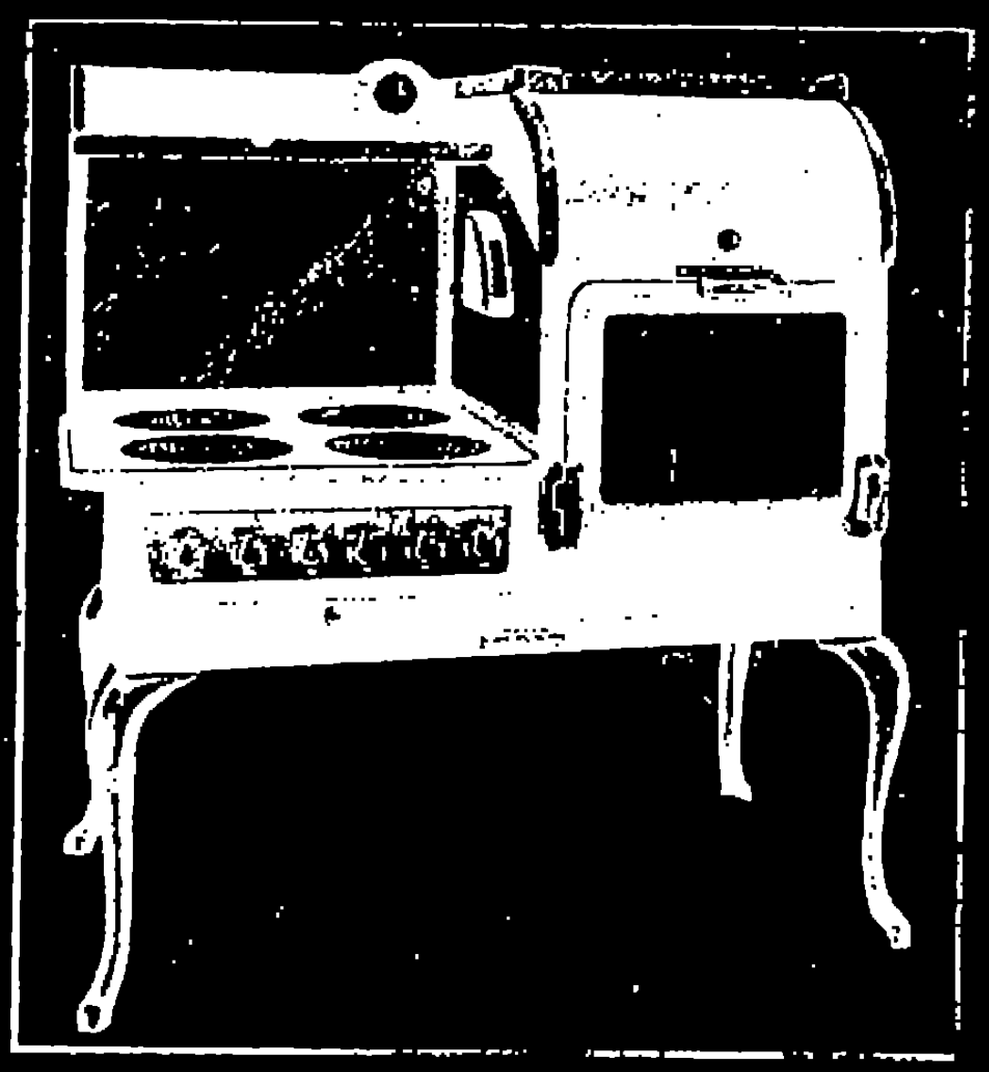


Fig. 91. — Vue d'un fourneau superautomatique à 1 four et 4 plaques chauffantes : On aperçoit le système regulateur de température. Le cadran du sommet est un réveil à deux aiguilles : l'une commande l'ouverture, l'autre la fermeture du courant.

permettent de maintenir la température constante (à 5 % près environ) pendant des heures. Le rôle de la cuisinière se borne dès lors à choisir la température et la durée de la cuisson, sans intervenir dans le réglage. Mais cela était, paraît-il, insuffisant et l'on a récemment vu apparaître le fourneau « superautomatique ». Dans ce dernier, la cuisinière peut mettre les aliments dans les fours à 8 heures du matin, par

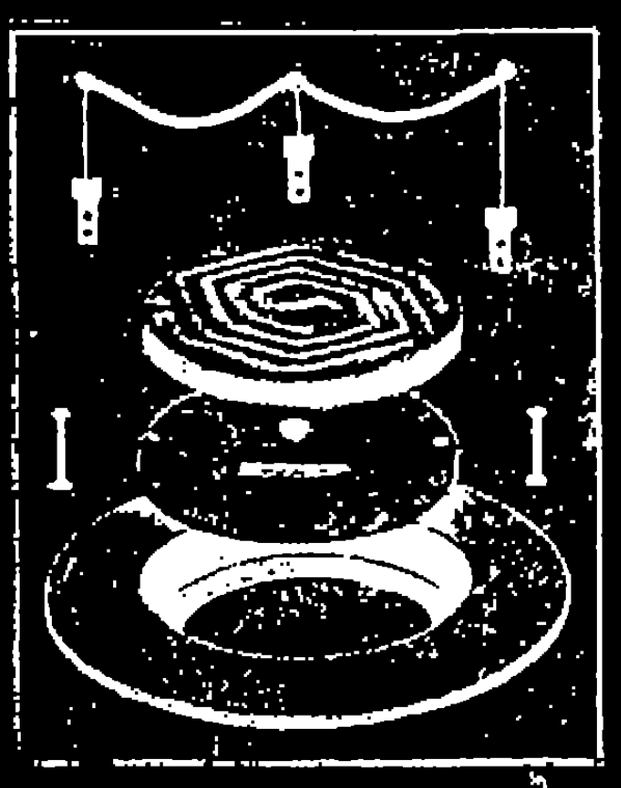


Fig. 92. — Détails d'une des plaques chauffantes du four précédent : En haut, la résistance au nichrôme qui se place dans les rainures pratiquées dans le bloc de porcelaine spéciale, capable de résister aux changements brusques de température.

exemple, et ensuite... aller à ses affaires. Des mouvements d'horlogerie, analogues à ceux des réveils, mettront le courant dans les résistances à 10 heures; quand le temps normal de cuisson sera écoulé, il ne passera plus que le courant nécessaire pour tenir les plats chauds.

Ce qui précède peut paraître une charge; les appareils existent cependant et le lecteur, désireux d'informations plus amples, en trouvera une description détaillée dans la *General Electric Review* d'août 1922. Sans aller jusqu'à l'emploi des fourneaux superautomatiques, il est cependant sûr que les appareils à régulation de température réalisent un progrès énorme; il est, en effet, certainement plus facile de réussir une cuisson dans un « four à 250° » que dans le « four doux » ou le « four chaud » des recettes culinaires.

Les gourmets se demanderont, il est vrai, si le poulet cuit à 250° pendant 0 h. 47 min. pourra jamais égaler la volaille bien rissolée devant un feu de bois. Il est fort difficile de se prononcer sans avoir toutes pièces sur table. On doit cependant reconnaître que la cuisine électrique facilite énormément la tâche de ceux qui ne sont pas « nés rôtisseurs »; d'autre part, tout ce qui peut rendre plus aisée la tenue de la maison est destiné à prendre chaque jour un développement plus grand; les fourneaux électriques rentrent évidemment dans cette dernière catégorie.

Une condition est indispensable au développement intensif de la cuisine électrique. C'est le prix relatif de l'énergie. Mais des prix bas ne peuvent être pratiqués que si la production d'électricité pour les usages culinaires n'exige pas de générateurs spéciaux, en d'autres termes, si l'énergie électrique n'est consommée dans les fourneaux qu'en dehors des « heures de pointe ». S'il est certain que le repas du midi correspond à des « heures creuses », c'est-à-dire de moindre consommation, en revanche, le repas du soir sera souvent préparé au moment de la pointe de 18 heures. Il semble cependant, de l'avis de certaines compagnies américaines de distribution, que le facteur d'utilisation des centrales se trouve généralement amélioré dans les quartiers pourvus de cuisinières électriques. Aussi les compagnies paraissent-elles disposées à encourager par des tarifs réduits le développement de ces appareils. Puissent les secteurs français suivre l'exemple d'outre-Atlantique ! A. Foch.

Génie civil

L'électrification des voies ferrées françaises. — Trois réseaux français procèdent à l'électrification de 8.300 km. de lignes (Midi, 3.000 km; P .L .M., 2.200 km; P. O., 3.100 km) qui utiliseront une puissance totale de 1 million de kilowatts et une énergie annuelle de 3 milliards de kilowatts-heure. Les installations sont toutes du même type : barrages-réservoirs, conduite forcée en tuyaux d'acier, turbines hydrauliques commandant des dynamos génératrices de courants alternatifs.

Les conduites supportant des pressions considérables, demandent des précautions; les tuyaux d'amont sont tous en acier, soudés au chalumeau ; ceux d'aval doivent souvent être étirés dans un bloc d'acier, et pouvoir supporter des pressions de 165 kg/cm² ainsi que les suppressions dues aux coups de bélier.

Les turbines sont toutes des « roues » Pelton, roues en acier, à axe horizontal, portant sur la périphérie un certain nombre d'augets en acier moulé. L'eau, arrivant de la base de la conduite par une tuyère horizontale, frappe les augets en entraînant la roue. Sa vitesse périphérique doit être égale à la moitié de la vitesse du jet, qui, dans certains cas, atteindra 170 m.

Une roue Pelton, avce un rendement de 0,86, peut développer jusqu'à 12.000 kilowatts. L'usine d'Eget, près Luchon, équipée par la Cie du Midi, utilise 7 roues Pelton commandant autant d'alternateurs produisant du triphasé à 120.000 volts et à 50 périodes. Ce courant est ensuite distribué à diverses sous-stations qui le transforment en continu à 1.500 volts utilisé par les locomotives.

La puissance maximum de l'usine est de 27.000 kilowatts.

La Compagnie d'Orléans, qui aménage le bassin de la Dordogne, installe 8 stations d'une puissance totale de 80.000 kilowatts, capables de fournir annuellement un demi-milliard de kilowatts heure. Le prix de revient du kilowatt heure est évalué à 4 centimes, et celui livré au public à 12 centimes.

L'ensemble du bassin de la Dordogne et de ses affluents sera capable de produire 2.600.000.000 kilowatts-heure par an. Dp.

Métallurgie

L'épuisement de nos ressources en fer. — Au cours du siècle dernier, à la suite de l'important mémoire de Lord Kelvin « Sur une tendance universelle de la nature à la dissipation de l'énergie mécanique » publié en 1852, on a envisagé, à maintes reprises, les conséquences funestes qu'aurait pour l'homme l'épuisement de l'énergie dont il dispose. Les craintes sont calmées, maintenant qu'on a trouvé des sources d'énergie pour pallier à la consommation de la houille, sans parler des réserves profondes de la matière, qu'on entrevoit déjà sans pouvoir encore en être maître.

D'aucuns aujourd'hui poussent un autre cri d'alarme à propos de la diminution toujours croissante de nos disponibilités en fer, et, pour conjurer ce nouveau péril, il n'apparaît point jusqu'ici de remède. Il se gaspille annuellement, sous forme de rouille, une quantité de fer que sir Robert Hadfield évalue à 29 millions de tonnes, ce qui n'est pas loin du quart de l'extraction normale. En 1905, le Professeur Torncholm estimait à 10 milliards de tonnes le fer en usage dans le monde et à 100 millions de tonnes l'extraction annuelle. Il calculait que l'augmentation de ce dernier chiffre était si rapide qu'il conduisait à redouter un épuisement complet pour 1946. Ces appréciations sont sans doute beaucoup trop pessimistes, il est incontestable pourtant que nos gisements sont limités. Il se peut donc que dans un plus ou moins grand nombre d'années, nous soyons forcés de restreindre l'usage du fer à des buts spéciaux, tels que la construction des électroaimants. D'ici là, dans la mesure du possible, il importe de réduire au minimum la perte constante du métal par corrosion.

La corrosion du fer paraît être un phénomène d'une extrême complexité et les auteurs notent à cet égard les observations les plus diverses. Le Dr J. N. Friend vient de publier, par les soins du Iron and Steel Institut, dans les *Carnegie Scholarships Memoirs*, une étude très documentée sur la question, en ajoutant à ses résultats personnels les données d'une vaste érudition. Il remonte en 1840 aux recherches de Mallet sous les

auspices de la British Association, recherches qui, pour approfondies qu'elles aient pu être, ne donnèrent lieu à aucune théorie décisive et tombèrent dans l'oubli.

Le fer possède, en effet, un certain nombre de propriétés assez bizarres et d'explication malaisée, témoin sa passivité bien connue en présence d'acide azotique fumant. Pour ce qui est de sa corrosion, il y a toutes raisons de penser qu'elle ne saurait se produire en l'absence d'un électrolyte. Du fer, exposé à l'action de l'eau pure, ne rouille pas, non plus que dans l'air sec ni d'ailleurs dans l'air humide, si la température est assez élevée pour empêcher tout dépôt d'eau sur sa surface. D'après le Dr Friend, il y a, outre la présence d'un électrolyte, un autre facteur qui intervient dans la formation de la rouille. Selon lui, si le fer est mis en contact avec de l'air et de l'eau liquide, il se produit de l'oxyde ferreux colloïdal qui tout en restant colloïdal, fixe de l'oxygène. L'oxyde le plus élevé accélérerait catalytiquement par sa réduction, l'oxydation du fer, le cycle se répétant indéfiniment.

D'autre part, le Dr Friend observe que le fer exposé à l'eau aérée en mouvement ne s'altère pas si cette eau se déplace par rapport à lui avec une allure suffisante, tandis qu'avec de l'acide dilué dans les mêmes conditions, l'attaque croît avec la vitesse. Il pense que, dans le premier cas, le courant rapide entraîne l'hydroxyde colloïdal, ce qui a pour effet d'arrêter la formation de la rouille.

Dans le même travail, se trouvent encore de précieux renseignements sur le temps que peut subsister la fonte enfouie dans le sol. Bien que les actuaires aient fixé conventionnellement une durée de 50 années, on constate depuis longtemps que, dans la réalité, ce nombre est effectivement dépassé. A Londres, pendant la guerre, quelques-unes des conduites démolies par des bombes d'avion étaient en place depuis un siècle et semblaient devoir durer un autre siècle au moins. Des tuyaux de fonte, posés à Clermont-Ferrand en 1748, fonctionnaient encore en 1908. Ceux qu'on avait établis en 1685 pour servir à l'alimentation des fontaines de Versailles, furent reconnus être, en 1909, dans d'aussi bonnes conditions qu'au moment de leur installation. Néanmoins, le métal ne se conserve pas toujours ainsi et l'auteur cite un cas de détérioration à échéance beaucoup plus brève dans des travaux d'art de grande envergure à Coolgardie (Australie).

Au sein de l'eau de mer, la fonte résiste mal, le fer se dissout en abandonnant du graphite. On a retiré, en 1836, devant Portsmouth, des boulets de canon tombés en 1545. Leurs dimensions primitives s'étaient conservées, mais leur poids se trouvait diminué dans la proportion approximative de 30 à 19. Exposés à l'air, ces boulets rougirent spontanément et se réduisirent en miettes.

Peut-être viendra-t-on, dans l'avenir, si les circonstances commerciales le permettent, à l'usage des alliages de fer difficilement attaquables, encore peu répandus à l'heure présente ; ce serait, évidemment, une solution excellente pour retarder l'épuisement du fer. Toutefois, il ne s'agit pas de mépriser les autres moyens de préservation, que ce soit par peinture ou par procédés électrolytiques. Le Dr Friend a fait, à ce propos, un grand nombre d'essais sur la valeur comparée des peintures. Il a obtenu des résultats satisfaisants en recouvrant le métal d'une mince couche de mixture à 50 % d'oxyde ferrique dans l'huile de lin. (1) S. V.

(1) Engineering, 14 juillet 1922, p. 47.

Industrie

L'emploi des moteurs Diesel dans les réseaux de distribution et d'alimentation hydro-électrique. — M. Paraf, directeur général de la Société des Forces motrices de la Vienne, a fait, au Congrès des combustibles liquides, une communication sur « l'emploi *des moteurs Diesel dans les réseaux de distribution et d'alimentation hydro-électriques* ».

Cet ingénieur a rappelé d'abord les considérations bien connues sur le régime des cours d'eau et ses conséquences sur la puissance disponible en un point aux diverses saisons de l'année.

Il prend exemple d'une chute où on dispose :

1° De 2500 kw toute l'année ;

2° De 5000 kw pendant 11 mois ;

3° De 10000 wk pendant 9 mois.

Il admet une utilisation annuelle de 4000 heures. Ses calculs le conduisent à donner les prix suivants du kw-heure dans les diverses hypothèses :

Chute de 2500 kw complétée à 10000 kw = 0 fr. 18 le kw
Chute de 5000 kw — — = 0 fr. 14 —
Chute de 10000 kw rendue constante = 0 fr. 09 —

Il y a donc avantage à installer une usine thermique qui permet d'avoir toujours disponible la puissance de 10000 kw, avec le kwk au prix le plus bas.

M. Paraf voit dans l'usine thermique d'autres avantages. En effet, elle pourra fournir les kwh de pointe de consommation. Il y aura avantage à ce qu'elle soit placée près des consommateurs. Elle améliorera le facteur de puissance du réseau. La clientèle sera apaisée par la présence dans son voisinage de groupes électrogènes susceptibles de se substituer, en cas de panne, à la lointaine usine hydro-électrique. L'installation d'une centrale thermique permettra en outre l'extension de la clientèle et la transition entre l'aménagement consécutif de deux chutes.

Quelle doit être la nature de cette usine thermique ?

M. Paraf écarte d'abord le gaz pauvre dont les moteurs ne sont économiques qu'en dessous de 1.000 kw. Il compare les turbines à vapeur aux moteurs Diesel.

Il y aura parité pour les combustibles avec du charbon à 80 fr. et des huiles lourdes à 250 fr. la tonne. Les frais d'installation de la vapeur seront plus faibles que les frais de celle des Diesel (rapport 5/6 environ). L'entretien sera identique. La main-d'œuvre dans le cas des Diesel sera les 3/4 de ce qu'elle est dans le cas de la vapeur. Le graissage l'emportera dans les Diesel. Tous comptes faits, sur ces seules considérations, il y a, à peu près, équivalence des deux systèmes. Le prix des combustibles semble commander le choix : par exemple, sur un carreau de mine on installera la vapeur. (Utilisation des déchets.)

Mais il faut prendre en considération l'emploi de la centrale. La marche sera discontinue et dans tous les cas la mise en marche devra être instantanée : supériorité dans ce cas des Diesel sur la vapeur. La centrale thermique devra être très souple pour suivre les pointes; or, le Diesel a un rendement très bon depuis la demi-charge.

L'approvisionnement en combustible du Diesel sera le 1/3 de celui du système à vapeur. L'approvisionnement en eau (qualité et quantité) sera incomparablement plus restreint dans le cas du Diesel, 30 kgs par kwk au lieu de 400 kgs pour la vapeur. Enfin, les

constructions occuperont un espace beaucoup plus limité dans le cas des Diesel.

La conclusion de l'exposé de M. Paraf est que toutes ces raisons militent pour l'adjonction d'une centrale thermique avec moteurs Diesel à toute usine hydro-électrique, pour régulariser le débit pendant les mois secs et assurer la consommation des pointes.

R. G.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 20 novembre, M. Camichel, professeur de mécanique à l'Université de Toulouse, a été nommé correspondant de la section de mécanique, au premier tour par 42 voix.

— Dans la séance du 24 novembre, M. H. Le Chatelier a été désigné pour remplacer M. G. Lemoine comme membre de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

— Les secrétaires perpétuels ont communiqué la cinquième liste de prix et subventions attribués par l'Académie en 1922.

Prix H. de Parville (1.500 fr.) : M. H. Béghin, maître de conférences à la Faculté des sciences de Montpellier.

Prix Kastner-Boursault (2.000 fr.) : M. Camille Gutton, professeur à la Faculté des sciences de Nancy.

Fondation Clément-Félix (2.500 fr.) : arrérages attribués à M. A. Dufour, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris.

Fondation Savigny (1.500 fr.) : prix décerné à M. le docteur Jacques Pellegrin, assistant au Muséum national d'histoire naturelle.

Prix Tore (200 fr.) : M. Lucien Chopard, secrétaire général de la Société entomologique de France.

Prix Montyon (1.000 fr.) (statistique) : M. P.-J. Richard, directeur-adjoint de la Compagnie d'assurances la Nationale.

Prix Binoux (2.000 fr.) : M. Gino Loria, professeur de géométrie supérieure à l'Université royale de Gênes.

Prix Saintour (3.000 fr.) : M. Serge Metalnikoff, professeur de zoologie à l'Ecole supérieure des femmes de Pétrograd.

Fondation Jérome-Ponti (3.500 fr.) : arrérages attribués en prix à M. Pierre Mahler, ingénieur civil des mines.

Académie de médecine. — L'Académie a nommé trois membres correspondants dans les sections de physique, chimie, pharmacie, MM. les professeurs Alloy (Toulouse) et Jadin (Strasbourg), le docteur Malla (Vichy).

Comité national d'aide à la recherche scientifique. — Le Comité national d'aide à la recherche scientifique, dont la fondation a été annoncée par le recteur de l'Université de Paris dans la réunion tenue en octobre dernier au pavillon Decaen, à l'Institut, publie l'appel public suivant qu'il adresse à tous en faveur de la science française :

L'opinion publique s'est émue des conditions faites actuellement en France à la recherche scientifique dans tous les ordres, conditions qui lui ont été révélées par le témoignage autorisé des membres de nos sociétés savantes aussi bien que par de retentissantes et utiles campagnes de presse.

A la grande pitié de nos laboratoires s'ajoute l'insuffisance des ressources de toute nature qui empêche trop souvent le savant de se consacrer à la recherche et compromet le recrutement même des chercheurs.

L'Etat, aux prises avec les énormes difficultés nées de la guerre, les diverses Facultés françaises et les autres établissements de recherche scientifique, sur qui pèsent déjà des charges écrasantes, ne peuvent suffire aux dépenses qui vont sans cesse en augmentant. C'est donc à l'initiative privée qu'il faut s'adresser pour obtenir d'elle le supplément d'effort pécuniaire qui pourra seul épargner à la France un déclin de son génie scientifique et l'empêcher d'être distancée par les nations étrangères, dans l'ordre de la découverte comme dans celui des applications aux industries de la paix et à celles de la guerre, dans les études d'érudition comme dans les études des sciences pures et appliquées.

Cet effort doit être continu, la science ayant elle-même pour condition essentielle de son progrès la continuité.

Ainsi est née l'idée de créer un organisme ayant le double caractère d'institution privée et de fonctionnement permanent. Le Comité national d'aide à la recherche scientifique vient d'être fondé : la déclaration en a été faite, le 28 septembre 1922, au *Journal Officiel*.

Comme son aîné, le Comité du secours national, qui a rendu pendant la guerre d'éminents services, il groupe des hommes de toutes les opinions, sans distinction de partis, tous unis dans l'intérêt commun de l'avancement de la science.

Les commissions entre lesquelles se répartira le travail feront appel, à titre consultatif, aux spécialistes qui pourront leur donner tous renseignements utiles pour la distribution des fonds.

Le Comité national d'aide à la recherche scientifique adresse à tous un appel qui s'inspire à la fois des besoins de la France et de ceux du pays. Il faut, de toute urgence, prévenir un déclin de la pensée française et de son rayonnement dans le monde. La grande guerre vient de démontrer qu'à l'avenir la victoire ne saurait appartenir qu'au pays qui se sera d'abord assuré la supériorité scientifique. La prospérité dans la paix est au même prix. Il est démontré que des rapports de plus en plus étroits doivent s'établir entre le laboratoire et l'usine. Ce qui est en cause l'est donc dans l'intérêt de tous et dans tous les ordres d'idées.

Il est de généreux bienfaiteurs toujours en quête du meilleur emploi à faire de leurs disponibilités, soit par des dons soit par des legs.

A côté d'eux, beaucoup de ceux qui ne disposent que de modestes ressources comprennent la nécessité d'en distraire une parcelle pour le bien commun.

Aux uns et aux autres nous demandons d'apporter leur plus généreuse offrande au Comité national, qui fera aussitôt la distribution la plus urgente et la plus pratique des sommes reçues.

Nous avons confiance que nul ne restera indifférent à un appel inspiré par la nécessité de venir en aide à toutes les sortes de recherches scientifiques compromises en France par les conditions nouvelles qui font, à tous les degrés, la vie difficile.

L'avenir intellectuel du pays, sa prospérité économique et sa sécurité sont en jeu.

Journée des Laboratoires. — Le Centenaire de Pasteur. — On annonce que, à la demande de » la Bienvenue française », présidée par M. le Maréchal Foch, le Gouvernement autoriserait, à l'occasion de la célébration du centenaire de Pasteur, une « journée des Laboratoires scientifiques ». Les fonds recueillis seraient remis à l'Académie des Sciences qui en ferait la répartition. M. Emile Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a fait connaître au Maréchal Foch les sentiments de reconnaissance du monde scientifique pour cette heureuse initiative, qui signale à l'attention publique l'intérêt national qu'il y a de doter les savants de ressources nécessaires à la poursuite de leurs recherches.

Prix Lasserre. — Par arrêté du Ministre de l'Instruction publique le prix scientifique de la fondation Lasserre est décerné à M. Paul Langevin, professeur au Collège de France

Hommage à la mémoire de Chantemesse. — Le nom du professeur Chantemesse sera donné à une rue de Paris, en reconnaissance des résultats de grande importance qu'il a obtenus dans l'application des méthodes pastoriennes à la médecine et à l'hygiène.

Monument de Yves Delage. — Nous rappelons qu'une souscription internationale est ouverte pour l'érection, à Roscoff, d'un monument à l'éminent biologiste, décédé il y a deux ans. Les souscriptions sont reçues par Mlle L. Dehorne, trésorière, laboratoire de zoologie de la Faculté des Sciences, rue Victor-Cousin, Paris.

Institut des recherches agronomiques. — Trois concours vont avoir lieu :

14 janvier : pour la nomination de 10 préparateurs chimistes auxiliaires, destinés aux stations des départements.

15 janvier : pour la nomination d'un préparateur de pathologie végétale à la station de Paris.

17 janvier : pour la nomination de deux préparateurs entomologistes, l'un à l'insectarium de Menton, l'autre à la station de Rouen.

(Indemnité mensuelle : 500 fr.).

Les candidats devront adresser leur demande au ministère de l'agriculture, service des laboratoires, 42 *bis*, rue de Bourgogne, pour le 31 décembre 1922, au plus tard.

En l'honneur de l'aviateur Maneyrol. — Les membres du groupe de l'aviation du Sénat et de la Chambre ont reçu solennellement au Sénat l'heureux détenteur du record de durée de vol à voile. MM. Painlevé et Laurent Eynac ont pris la parole. Le Sous-Secrétaire d'Etat de l'aviation a évoqué le souvenir de Mouillard, le grand méconnu, et a mis en relief la contribution de la France dans la conquête de l'air.

Conférence internationale des sérums. — Cette conférence tenue à l'Institut Pasteur, sur l'initiative du bureau d'hygiène de la Société des Nations, a terminé ses travaux ; elle a complété les vœux qu'elle avait déjà émis dans la première conférence tenue à Londres, au sujet du contrôle et de la standardisation. L'ordre du jour comportait l'étude du sérodiagnostic de la syphilis, du sérum antidysentérique, du sérum antipneumococcique et du sérum antiméningococcique.

Parmi les savants étranges qui ont pris part à cette conférence, se trouvaient les professeurs Madsen, de Copenhague ; Bordet, de Bruxelles ; Wassermann, de Berlin ; Sachs, d'Heidelberg ; Neufeld, de Berlin ; Tarasevitch, de Moscou ; Hida, de Tokio ; Griffith, de Londres ; Toledano, Mueller, de Vienne ; Hirzfeld, de Varsovie ; Renaud, de Bruxelles ; Doerr, de Bâle ; Kolle, de Francfort, etc.

Etaient représentés à cette deuxième conférence des instituts sérothérapiques et bactériologiques, des pays suivants : France, Grande-Bretagne, Etats-Unis, Japon, Belgique, Autriche, Danemark, Allemagne, Pologne, Roumanie, Russie, Suisse.

La lutte contre le cancer. — La Commission chargée de coordonner les travaux et les efforts relatifs à l'étiologie, à la pathogénie, à l'étude clinique, à la thérapeutique et à la prophylaxie du cancer est composée de MM. le docteur Louis Martin, membre de l'Académie de médecine, sous-directeur de l'Institut Pasteur ; Mesnil, membre de l'Institut, chef de service à l'Institut Pasteur ; Molliard, doyen de la Faculté des sciences de Paris, professeur de physiologie végétale.

Conférences-Rapports sur la Physique. — Ces conférences, inaugurées l'an dernier, sont placées sous le patronage des principales Sociétés savantes françaises. Elles sont publiées (Presses universitaires, 49, boulevard Saint-Michel). Voici le programme des nouvelles conférences (1er semestre 1922-1923) :

Jean Boslar. — L'évolution des étoiles, mardis 28 novembre et 5 décembre 1922.

Mme Pierre Curie. — Les éléments isotopes ; mardis 12, 19 décembre 1922 et 16 janvier 1923.

Edmond Bauer. — La dissociation électrolytique ; mardis 23 et 30 janvier 1923.

Paul Langevin. — Le calcul tensoriel et ses applications ; mardis 6, 13 et 20 février 1923.

Pour tous renseignements relatifs à l'organisation des Conférences-Rapports et à leur publication, s'adresser à M. A. Debierne, à l'Institut du Radium, 1, rue Pierre-Curie, Paris Ve.

Journal de Chimie-Physique. — Le retard dans la publication de ce journal est dû à la réorganisation sur les bases déjà envisagées par son fondateur, le regretté Professeur Ph.-A. Guye. Le journal deviendra l'organe des physico-chimistes de langue française groupés sous les auspices de la Société de Chimie-Physique. Son caractère international est maintenu car, comme par le passé, les mémoires envoyés par les auteurs de tous pays, qui désireraient leur publication en français, seront reçus. La direction scientifique sera confiée à un Comité de rédaction choisi parmi les physico-chimistes français, suisses et belges.

Cette réorganisation, en augmentant le nombre et la variété des mémoires, donnera une plus grande extension au journal. Le premier fascicule du tome XX paraîtra dans le courant du mois de janvier prochain avec tous les renseignements concernant la nouvelle organisation.

Mission au Sahara. — Nous avons annoncé dans notre avant-dernier numéro qu'une expédition danoise à laquelle est adjoint un géologue français, M. Bourcart, allait entreprendre une série d'études dans le Sahara. Nous rappelons à ce sujet que M. Conrad Kilian, chargé de mission par le Ministère de l'Instruction publique, venait de rentrer en France après une année passée dans le Sahara Central d'où il a rapporté de nombreuses observations géologiques sur plusieurs régions encore mal connues, en particulier la Hammada de Tinghert, les Tassilis, le Tahibaout, l'Edjéré, l'Amadror, l'Anahef, l'Atakor du Hoggar, le Tifadest et le Mouydir. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés des Sciences. — Sur la proposition du Comité consultatif de l'enseignement supérieur, la liste d'aptitude à l'enseignement dans les Facultés, prévue par le décret du 10 janvier 1922, vient d'être établie :

Mathématiques : MM. Got, Jacques, Lagrange, Lagrula.

Astronomie : M. Gallissot.

Physique : MM. Aubert, Canac, Carvallo, Mlle Collet, MM. Dejean, Rey, Riety, Roux.

Chimie : MM. Arrivant, Bancelin, Binet du Jassoneix, Carré, Clarens, Colani, Cornubert, Gauthier, Joannis, Marquis, Meyer, Padova, Mme Ramart, M. Rengade.

Zoologie et physiologie. — MM. Anglas, Bohn, Bordage, Cardot, Cépède, Feytaud, Girard, Hovasse, Marceau, Pérard, Prenant, Mme Randoin, MM. Robert, Wurmser.

Botanique : MM. Becquerel, Cereghelli, Chemin, Choux, Denis, Dop, Douin, Evrard, Galland, Gard, Raybaud, Vincens.

Géologie : MM. Bresson, Doncieux, Hubert, Lanquine, Piroutet, Roman, Savornin.

Géographie physique : MM. Hubert, Lutaud.

Anthropologie : M. Mayet.

Université de Paris. Faculté des Sciences. — Soutenances de thèses. — Pour le doctorat d'Université, 28 novembre : M. Mokragnatz, « Recherches sur la présence du zinc, du nickel et du cobalt dans la terre arable. »

— Pour le doctorat ès-sciences naturelles, le 9 décembre : M. Jonesco, « Recherches sur le rôle physiologique des anthocyanés ».

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours de M. le professeur Ch. Gravier, zoologie (vers et mollusques) a commencé le 30 novembre. Les leçons publiques ont lieu les mardis, jeudi et samedi à 10 heures (Galeries de zoologie). Arachnides. Organisation des Araignées. Biologie des Mygales maçonnes. Vers. Ponte et incubation chez les vers annelés.

— Les leçons de M. le professeur L. Mangin : Botanique (Classification et famille des cryptogames) ont commencé le 4 décembre à 9 h. 30 ; elles auront lieu les lundis et mercredis à la même heure. (Amph. de la galerie de minéralogie). Etude des Algues. Etude des Bactéries et particulièrement des Bactéries parasites des plantes.

Des excursions et des épreuves pratiques seront organisées.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Tous les dimanches matin à 10 heures. Visites conférences.

Décembre 10 : M. Léon Guillet, l'Aluminium et ses applications.

Décembre 17 : M. Dantzer. Les essais des fibres textiles et des tissus.

Janvier 7 : M. Magne. Décoration des pierres.

Janvier 14 : M. Heim. Le coton.

Janvier 21 : M. Dantzer. Les métiers à tisser.

Janvier 28 : M. Boulanger. Organisation du Conservatoire des Arts et Métiers.

Institut catholique de Paris. — Les étudiants de l'Institut catholique sont au nombre de 1.123, dont 96 étrangers ; en outre 486 jeunes filles suivent les cours spéciaux organisés à leur intention, ce qui porte l'effectif au chiffre de 1.609 inscrits.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Une majoration de 40 points aux examens d'admissibilité et au concours d'admission est accordée aux candidats pourvus du diplôme d'ingénieur de l'Ecole supérieure d'électricité ; ces conditions sont les mêmes que celles dont sont déjà favorisés les diplômes d'ingénieur des arts et métiers et d'ingénieur agronome.

— Deux postes de répétiteurs sont vacants. 1° Chimie organique et agricole ; 2° Thermodynamique.

Ecole de physique et de chimie. — L'Association des Anciens élèves a fêté le quarantième anniversaire de la fondation de l'école ; le président de la République et Mme Millerand ont honoré de leur présence le bal organisé en cette occasion ; ils ont été reçus par les ministres du commerce et de l'hygiène, le sous-secrétaire d'Etat de l'enseignement technique, le président du Conseil municipal, le directeur et les professeurs de l'Ecole.

Ecole supérieure des postes et télégraphes. — A la suite du concours du 16 octobre, 10 élèves-ingénieurs ont été admis : le major est M. Gosselin.

Institut d'agronomie coloniale. — Ont été admis : 1° dans la section agronomique, huit ingénieurs agronomes, neuf ingénieurs agricoles et deux candidats ayant subi le concours.

2° Dans la section agricole, cinq élèves diplômés d'Ecoles d'agriculture et sept candidats ayant subi le concours.

Université de Strasbourg. — Une remise solennelle de diplômes de docteurs *honoris causâ* a eu lieu la semaine dernière. Les titulaires étaient M. Dupriez (Louvain), MM. Moriaud et Mercier (Suisse), Reuter (Luxembourg), Frazer, Benès, Ferrero.

Université d'Alger. — M. Foire est nommé maître de conférence de chimie générale.

Université de Dijon. — M. Pavis est chargé du cours de zoologie (P. C. N.).

Université de Toulouse. — Pendant l'absence du titulaire, M. Jeannel, les conférences de zoologie seront faites par M. Vandel.

Université de Bordeaux. — La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un diplôme d'études techniques de radiotélégraphie.

Université de Clermont. — Une chaire de chimie industrielle est créée (fondation de l'Université). M. Thomas est nommé titulaire de cette chaire.

Université de Nancy. Institut agricole et colonial. — Pendant les années 1921 et 1922, cet Institut a délivré de nombreux diplômes qui attestent son développement d'après guerre : 42 diplômes d'ingénieur-agriculteur ; 7 d'agronomes ; 10 d'études coloniales ; 7 de langue malgache ; 3 d'études supérieures de Recherches (sciences naturelles) ; 26 certificats d'études supérieures agricoles de licence.

Actuellement, le Laboratoire de Recherches agronomiques a admis 6 candidats au doctorat parmi les Ingénieurs ou agronomes diplômés de l'année précédente.

Avec cette année scolaire deux nouveaux enseignements sont inaugurés : *Civilisations d'Extrême-Orient* ; *Civilisations africaines*.

L'Institut agricole et colonial est suivi par 12 étudiants chinois, dont deux poursuivent des études au Laboratoire de Recherches.

Université de Lille. — La chaire d'accouchement et d'hygiène est déclarée vacante. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 13 novembre 1922

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Lévy* (transm. par M. Hadamard). **Sur la détermination des lois de probabilité par leurs fonctions caractéristiques.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *Van der Corput* (prés. par M. Emile Borel). **Sur quelques approximations nouvelles.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *W. Sierpinski* (prés. par M. Henri Lebesgue). **Sur l'existence de toutes les classes d'ensembles mesurables.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Pierre Fatou* (prés. par M. Henri Lebesgue). **Sur les fonctions méromorphes de deux variables.**

ASTRONOMIE. — *Luc Picart* (prés. par M. Baillaud). **Statistique des étoiles faibles dans une région limitée de la voie lactée.**

On effectue des poses de durées croissant en progression géométrique ; on perçoit des nombres d'étoiles qui croissent également en progression géométrique de raison égale à celle de la première, élevée à la puissance 3/2. On a calculé par ce procédé, pour une région déterminée du ciel, le nombre n des étoiles dont la magnitude est inférieure ou égale à m, et on a pu déduire, dans la région observée, qu'il y a une condensation des étoiles vers la 13e-14e magnitude, raréfaction vers la 15e magnétique suivie d'une nouvelle condensation relative et d'une raréfaction nette vers la 17e magnitude. Cette conclusion est en accord avec l'hypothèse, souvent émise, que la Voie lactée représente, dans son ensemble, une nébuleuse spirale.

MAGNÉTISME. — *A. Perot* (prés. par M. Henri Deslandres). **Sur un procédé rapide de détermination des éléments du magnétisme terrestre.**

On met en rotation une bobine dans le champ terrestre et on annule le courant induit en produisant, dans la région où tourne la bobine, un champ magnétique convenable, au moyen de deux bobines rectangulaires parcourues par des courants appropriés dont on mesure l'intensité. On s'assure que la compensation est réalisée au moyen d'un amplificateur à lampes 3 *ter* de la télégraphie militaire. M. Perot pense qu'on peut obtenir ainsi, avec l'approximation du millième, la mesure des éléments du magnétisme terrestre.

GRAVITATION ET MAGNÉTISME. — *L. Décombe* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Calcul du moment magnétique d'un astre à partir de son moment d'inertie axial, de sa durée de rotation sidérale et de la constante universelle de gravitation.**

Dans la théorie de la gravitation qu'il a déjà fait connaître (C. R. t. 156, 1913, p. 940 et 1222), M. Décombe identifie la force gravifique avec un résidu d'action électrodynamique subsistant aux grandes distances, entre deux atomes quelconques. Le mouvement de ces particules, entraînées dans la rotation de l'astre, produit le phénomène électrodynamique.

Le champ magnétique à la surface peut être considéré comme identique à celui d'un aimant *infiniment petit* dirigé suivant la ligne des pôles et dont le moment, en unités électromagnétiques, serait donné donné par la formule $M = \frac{1}{3} I \frac{\omega}{c} \sqrt{\varphi} \frac{1}{K}$ dans laquelle I représente le moment d'inertie de la planète par rapport à la ligne des pôles, ω sa vitesse angulaire de rotation sidérale, φ la constante universelle de Newton, K le pouvoir inducteur spécifique de la planète, et enfin c la vitesse de la lumière. Cette formule établit une relation générale entre le magnétisme solaire ou planétaire et la constante de gravitation.

OPTIQUE. — *Charles-L.-R.-E. Menges.* **Sur le coefficient de Fresnel.**

La conclusion à laquelle arrive M. Menges est que la théorie ordinaire de l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable est erronée; elle dérive d'une interprétation inexacte de l'expérience.

— *J. Cabannes* (prés. par M. Brillouin). **Polarisation et intensité de la lumière diffusée par les liquides transparents.**

Les conséquences de la théorie de la diffusion de la lumière, publiée en 1910 par Einstein, qui assimile les fluides à des milieux continus, ne sont pas vérifiées par l'expérience. Au contraire, la formule déduite par M. Cabannes de considérations électroniques s'accorde avec les faits. Ce résultat peut être considéré comme constituant une preuve nouvelle de la discontinuité de la matière.

ELECTRO-OPTIQUE. — *Elis Hjalmar* (prés. par M. Brillouin). **Recherches sur la série des rayons X.**

Cette étude est relative à la série M, où M. Hjalmar a mis en évidence les raies faibles dues aux transports différents d'électrons des niveaux N aux niveaux M. Il a pu reconnaître encore la composition du niveau O, qui consiste en cinq anneaux.

SPECTROSCOPIE. — *H. Fischer* et *P. Steiner* (prés. par M. G. Urbain). **Les spectres d'absorption ultraviolets de la pyridine et de l'isoquinoléine.**

Ces deux substances ont été observées en solution dans l'hexane, l'éther et l'alcool; la pyridine dans le CCl^4 et dans l'eau. On a trouvé ainsi six bandes d'absorption pour la pyridine et dix bandes pour l'isoquinoléine; et on a pu en déterminer les positions, les fréquences et les coefficients d'absorption moléculaire.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Loisel* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur la radioactivité des sources de la région de Bagnoles-de-l'Orne et son rapport avec la structure géologique.**

Les observations faites sur un large secteur, s'étendant environ sur 100 km. carrés autour de Bagnoles, mettent en évidence une influence indéniable de la structure géologique de la région sur la radioactivité des sources bagnolaises. Afin de pouvoir formuler une loi générale, M. Loisel se propose de continuer ses recherches et de les étendre à un plus grand nombre de sources distribuées sur un plus vaste secteur.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *P. Fleury* (prés. par M Villard). **Sur un four à résistance de molybdène dans le vide.**

En employant une résistance chauffante en molybdène enroulée sur un tube rainé en alundum, on a pu élever la température jusqu'à 1750°, point de fusion de l'alundum. En employant des supports plus réfractaires (en magnésie ou en zircone fondue), on pourra sans doute atteindre des températures plus élevées.

R. Dongier.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Chaudron* et *L. Blanc* (prés. par M. H. Le Châtelier). **Sur le dosage de l'oxygène dans les aciers.**

On sait que ce dosage se fait par pesée de l'eau résultant de la réduction par l'hydrogène. On opère à 1200° pendant cinq heures. En vue de faciliter la réduction non seulement de l'oxyde de fer, mais de l'oxyde de manganèse et de la silice, on ajoute à l'acier un alliage cuivre-étain-antimoine. Cette addition apparaît néanmoins comme insuffisante pour réaliser la réduction totale. L'erreur sur la pesée de l'eau pouvant atteindre 0 mgr 5, les quantités à peser étant de l'ordre de 5mg.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. J. Simon.* **Neutralisation de l'acide tartrique en présence de chlorures métalliques. Zone neutre et tampon.**

Comme pour la neutralisation des phosphates alcalins, on retrouvera cette zone neutre au moyen des deux indicateurs, hélianthine et phtaléine. Le mélange des deux tartrates se comporte, en effet, comme celui des phosphates, mais l'addition de chlorure de calcium rétrécit la zone neutre et peut même la supprimer, alors que les chlorures alcalins et de magnésium laissent subsister le tampon. Avec les chlorures de cuivre et de fer, la formation de complexes se traduit par un effet tampon, accru dans le cas du cuivre, diminué dans le cas du fer. Comme le rôle biologique des métaux paraît important, cette variété d'action de leurs sels sur la zone neutre ne peut que retenir l'attention et, comme dans le cas du tampon des phosphates alcalins par les actions diastasiques, peut servir à expliquer l'influence, encore inconnue, des métaux sur la vie normale ou pathologique.

A. Rigaut.

MORPHOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Paul Vuillemin.* **Valeur morphologique des émergences antitropes. Mécanisme de leur production par déplacement desmonastique.**

Les émergences ne sont pas des fonctions de valeur morphologique indéterminée. Du moins les foliettes antitropes des phyllomes, les lames antitropes des frondomes sont, non des formations nouvelles, mais des portions déplacées de membres antérieurement formés ; elles ont nécessairement la même valeur morphologique que le membre dont elles procèdent.

Le déplacement et l'antitropie ont pour cause la résistance opposée par les faisceaux, en un mot la desmonastie.

GÉOLOGIE. — *J.-B. Charcot* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur l'étude géologique du fond de la Manche.**

Pendant la croisière de 1922 du *Pourquoi Pas ?* il a été recueilli des échantillons qui, triés et examinés préliminairement à bord même, peuvent être classés en roches arrachées, en fossiles (nombreux et parmi lesquels se trouvent des ammonites), en échantilons minéralogiques, en galets anciens, en roches transportées par les glaces, en sédiments actuels.

La croisière a fourni des renseignements concernant la sédimentation ancienne et actuelle, les transgressions et régressions de la mer, l'origine de la Manche. Elle a précisé la nature des surfaces rocheuses sous-marines et a montré l'existence de fonds calcaires abondants.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). **Embryogénie des Caryophyllacées. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le *Sagina-procumbens* L.**

Partant du proembryon à seize cellules, l'auteur montre comment se succèdent les segmentations dans chacun de ces six étages, jusqu'au moment de la différenciation définitive des régions fondamentales du corps de l'embryon adulte.

Les faits les plus saillants que révèle l'histoire embryogénique du *Sagina procumbens* se rapportent à l'origine de l'épiphyse, à la marche des segmentations dans la partie cotylée, au mode de différenciation des initiales de l'écorce au sommet radiculaire. Le développement embryonnaire, d'une manière générale, est le plus schématique et le plus accéléré que l'on connaisse.

BOTANIQUE. *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard).. **Sur la différenciation vasculaire basipète pour toutes les traces foliaires chez la Mercuriale.**

La description donnée dans cette Note, à propos de la Mercuriale, ne fait que confirmer la réalité du phénomène très général de la différenciation vasculaire basipète des traces foliaires, phénomène dont la généralité était déjà posée en principe par Naegeli. Celuici en concluait à la différenciation basipète des cordons procambiaux, conclusion impliquant l'indépendance initiale des traces foliaires et leur raccord subséquent. Dans tous les cas où ce raccord a pu être observé comme une réalité objective, la différenciation vasculaire s'est montrée basipète.

— *Joseph Bouget* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur les variations de coloration des fleurs réalisées expérimentalement à haute altitude.**

Lorsque les *Silene acaulis, Daphne Cneorum, Ibris spatulata* fleurissent aux bords des névés, par un temps beau et sec qui provoque la fusion de la neige, les fleurs sont brillamment colorées. Cette couleur se dégrade à mesure que la neige fond et que le milieu devient moins humide. Lorsque la floraison s'effectue sur un terrain sec, dans les mêmes conditions atmosphériques, les fleurs sont pâles et décolorées; elles reprennent des teintes plus foncées s'il survient une pluie plus ou moins abondante, suivie d'une forte radiation solaire.

En somme, le milieu qui entoure la plante pendant la floraison et l'énergie que la plante reçoit du soleil pendant ce temps ont, sur la coloration des fleurs, la plus grande influence.

— *G. L. Funke* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Sur les pousses supplémentaires estivales.**

Au point de vue de la détermination de l'âge des arbres de nos climats par le nombre des couches ligneuses secondaires, la production de pousses supplémentaires en été ne fournit généralement pas une cause d'erreur, car, sauf chez quelques espèces, la formation ligneuse qui en résulte s'ajoute d'une façon assez continue aux productions normales. En outre, le retentissement de cette structure supplémentaire sur le bois des branches situées au-dessous ne se produit que sur les branches des deux ou trois années antérieures.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *St. Joneseo* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Les pigments anthocyaniques et les phlobatanius chez les végétaux.**

Si l'on considère l'*anthocyane*, c'est-à-dire l'ensemble des pigments rouges, violets ou bleus qui colorent divers organes, on distingue dans cet ensemble, à la suite des recherches de l'auteur : 1° des composés colorés en rouge, violet ou bleu qui ne passent pas dans l'alcool amylique et que Willstatter a appelés *anthocyanines;* 2° des composés colorés en rouge existant, à l'état libre, dans les organes, passant facilement dans l'alcool amylique et appelés *anthocyanidines;* 3° des composés jaunâtres qui passent aussi dans l'alcool amylique et qui, par chauffage avec de l'acide chlorhydrique, se transforment en une anthocyanidine. Ces composés sont des *pseudo-bases* que l'on pourrait désigner aussi sous le nom de *leucoanthocyanidines.*

ANATOMIE. — *L. Berger* (prés. par M. Roux). **Sur l'existence de glandes sympathicotropes dans l'ovaire et le testicule humains ; leurs rapports avec la glande interstitielle du testicule.**

Les organes sympathicotropes du hile de l'ovaire sont les homologues des amas cellulaires localisés dans les nerfs sympathiques du hile testiculaire et de l'albuginée ou au voisinage de ces nerfs. Les amas paranerveux du testicule se continuent avec les éléments interstitiels et suivent toutes leurs variations morphologiques et évolutives. Ils paraissent donc former avec eux un ensemble.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *A. Pézard* et *F. Caridroit* (prés. par M. E. L. Bouvier). **L'hérédité *sex-linked* chez les Gallinacés. Interprétation fondée sur l'existence de la forme neutre et sur les propriétés de l'hormone ovarienne.**

L'hérédité sex-linked des Gallinacés apparaît aux auteurs comme la conséquence d'une hérédité physiologique maternelle directe, qui, en introduisant une action empêchante, permet l'extériorisation du caractère opposé.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). **La distribution des animaux des marais salants dans ses rapports avec la concentration en ions hydrogène.**

La courbe de Ph, déterminée antérieurement par l'auteur, est intéressante, car elle éclaire parfaitement la distribution des animaux dans les salines du type de celles du Croisic et de Batz. On trouve là une *faune halophile* et une *faune halobie.*

Toute la vie du marais salant semble en corrélation directe de la variation en concentration des ions hydrogène. Ph n'est pas le seul facteur en cause, et il faut bien tenir compte de la quantité et de la qualité des sels dissous, de la température, de la viscosité, etc. Mais il est certainement le facteur prépondérant, et l'on ne saurait trop insister sur l'importance de

cette notion d'alcalinité d'acidité dans les phénomènes biologiques.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur l'évolution des Infusoires des Lamellibranches. Le genre *Pelecyophrya*, intermédiaire entre les Hypocomidés et les Sphenophryidés. Bourgeonnement et conjugaison.**

L'auteur fait connaître un nouvel Infusoire des branchies des Lamellibranches, le *Pelecyophrya tapetis* n. gen., n. sp., appartenant à la famille des Sphenophryidés et intermédiaire entre ceux-ci et les Hypocomidés.

Confrontée avec les *Hypocoma* d'une part, avec les *Sphenophrya* de l'autre, cette nouvelle espèce montre par quel processus et sous quelles influences le bourgeonnement s'est substitué à la scissiparité simple chez les ciliés fixes, que ceux-ci soient ou non des *Acinétiens*.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Mme M. Phisalix* (prés. par M. E. Bouvier). **Hérisson et virus rabique.**

Si l'on considère la longue évolution habituelle de la maladie, déterminée par le virus fixe ou celui des rues, les périodes de rémission qu'elle est susceptible de présenter, la guérison spontanée qui peut survenir, enfin l'inconstance avec laquelle l'encéphale des hérissons morts de rage peut transmettre la rage au lapin, on doit reconnaître que l'organisme du hérisson, s'il ne jouit pas d'une haute immunité, se défend néanmoins assez bien, et qu'il semble capable de détruire, ou tout au moins d'atténuer, le virus rabique. Des expériences en cours d'exécution éclairciront probablement ce dernier point. P. Guérin.

Séance du lundi 20 novembre 1922

ANALYSE COMBINATOIRE. *S. Bays* (prés. par M. Henri Lebesgue). **Sur les systèmes cycliques de triples de Steiner.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Myller* (prés. par M. Appell). **Surfaces réglées remarquables passant par une courbe donnée.**

— *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur les complexes qui présentent, sur toutes leurs droites, des singularités projectives du deuxième ordre infinitésimal.**

MÉCANIQUE. — *Marcel Brillouin*. **Gravitation einsteinienne et gravitation newtonienne : à propos d'une récente Note de M. Le Roux.**

M. Brillouin établit que les critiques de M. Le Roux, formulées dans une note récente (C. R. t. 175, 1922, p. 809), ne reposent sur aucun fondement.

TOPOGRAPHIE. — *H. Roussilhe* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Résultats obtenus en 1921 et 1922 par l'application de la photographie aérienne aux levés de précision à grande échelle.**

Les expériences de levé à grande échelle, faites d'avril 1921 à juillet 1922 sur le territoire de la commune de Vignemont (Oise), permettent d'affirmer que « un levé photographique, exécuté dans les conditions normales d'emploi de l'appareil de photorestitution, donne un résultat plus précis qu'un levé topographique rédigé à la même échelle avec le maximum de précautions ».

PHYSIQUE. — *E. Mathias, C.-A. Crommelin* et *H. Kamerling Onnes*. **Le diamètre rectiligne du néon.**

Les densités du néon ont été déterminées entre le point critique de ce corps (—228°, 71 C.) et son point d'ébullition normale (—245°92). Des précautions minutieuses ont été prises pour obtenir ce gaz à l'état d'extrême pureté. La formule du diamètre est représentée par

$$y\ (\text{calc.}) = 1{,}154406 - 0{,}00716146\ \theta$$

On en déduit la valeur $\Delta = 0{,}4835$ pour la densité à la température critique et la valeur 3,249 pour le coefficient critique $\frac{R\theta\Delta}{\pi}$, R désignant la constante des gaz, θ et π la température critique absolue et la pression critique.

OPTIQUE. — *C. Raveau*. **La loi d'entraînement de l'éther de Fresnel.**

M. Raveau ne partage pas l'opinion de M. Menges (C. R. t. 175, 1922, p. 574); il montre que la formule de Fresnel est inattaquable et peut être établie indépendamment de toute relativité de temps et d'espace.

ELECRICITÉ. — *Emmanuel Dubois* (prés. par M. Villard). **Sur le potentiel minimum de décharge électrique dans les gaz aux basses pressions.**

La valeur de ce potentiel est influencée par les impuretés qui se trouvent à la surface des électrodes, principalement les substances salines.

— *L. Bouchet* (prés. par M. D. Berthelot). **Electromètre absolu plan-cylindre.**

Le dispositif comprend un plan métallique porté par des pieds isolants en ébonite. Un cylindre creux et mince en aluminium ayant son axe parallèle au plan est suspendu au fléau d'une balance. On peut ainsi mesurer l'attraction qu'il subit de la part du plan chargé d'électricités de signes contraires; les différences de potentiel peuvent atteindre 60 unités électrostatiques.

SPECTROSCOPIE. — *Georges Déjardin* (prés. par M. G. Urbain). **Sur l'excitation du spectre du mercure. Influence de l'hélium.**

On utilise la lumière émise dans un tube à vide à trois électrodes entre le filament et l'anode, celle-ci étant constituée par la grille et la plaque réunies. La pression du mercure dans le tube est la force élastique maximum correspondant à la température ambiante. Une des conclusions de cette étude très soignée consiste dans le renforcement des raies de l'hydrogène par la présence de l'hélium.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Paul Gaubert*. **Action de la chaleur sur les sphérolites à enroulement hélicoïdal.**

Pour quelques substances (hélinine, cholestérine, rhamnose, etc.), dont les formes cristallines donnent des sphérolites à enroulement hélicoïdal, les édifices sont stables jusqu'au point de fusion. Leur étude a mis en évidence, sous l'influence des variations de température, des modifications dans leur structure et leurs propriétés optiques, qui marquent une accentuation du caractère de l'enroulement.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Lafon* (prés. par M. Le Chatelier). **Sur les anomalies de la dilatation des verres.**

Les mesures, par la méthode différentielle de M. Chevenard, ont permis de mettre en évidence l'anomalie du recuit; celle-ci correspond à une contraction et est due à l'annulation des tensions internes. C'est une anomalie irréversible, alors qu'on observe une autre anomalie réversible, produite par la transformation allotropique de la silice amorphe.

— *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). **La réduction et la disparition des efforts internes dans les aciers, par réchauffage, suivi de refroidissement lent.**

Poursuivant l'étude systématique des traitements thermiques, l'auteur montre comment, avec des revenus à basse température, on peut atténuer les efforts internes, tout en conservant la haute dureté donnée par la trempe. Si le réchauffage atteint 600° dans un bain de sel, les efforts deviennent nuls. A 350°, les efforts sont réduits de moitié.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Kling* et *D. Florentin* (prés. par M Haller). **Sur une sulfatation spontanée des pierres calcaires dans les centres urbains.**

La houille contient 1 % de soufre; on en brûle 8 millions de tonnes par an dans la région parisienne, ce qui correspond à une production de gaz sulfureux donnant 240.000 tonnes d'acide sulfurique. Aussi les pierres calcaires se sulfatisent (calcaire d'Eurville particulièrement) plus ou moins profondément; la sulfatisation est exaltée par des actions catalytiques qui provoquent certaines détériorations de nos monuments; en particulier, au musée de Cluny, la pierre désagrégée contient 14 % d'acide sulfurique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Tiffeneau* et *Orékhoff* (prés. par M. Haller). **Sur la transposition semipinacolique des alcoylhydrobenzoïnes ; influence des radicaux alcoylés.**

Sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, la benzylhydrobenzoïne se transforme avec transposition semipinacolique; au contraire, la méthylhydrobenzoïne se déshydrate sans transposition. Il en est de même pour la phénylhydrobenzoïne. La faible capacité de saturation du benzyle tend à augmenter la stabilité de l'oxhydryle tertiaire.

— *R. Delaby* (prés. par M. Béhal). **Sur les alcoylglycérines. Préparation des vinylalcoylcarbinols.**

Des triols de la forme R—CH OH—CH OH—CH^2OH, on ne connaissait que la méthyl et l'ethylglycérine. L'auteur a préparé les vinylalcoylcarbinols

$$R—CH\ OH—CH=CH^2$$

qui, par fixation de HBr, donnent les dibromhydrines, d'où l'on passe facilement aux alcoylglycérines; les vinylalcoylcarbinols se préparent par condensation des organomagnésiens en présence de l'acroléine.

— *E. Grandmougin* (prés. par A. Béhal). **Les acylaminoanthraquinones comme couleurs à cuve.**

C'est à la présence des groupes acides que ces produits acétylés ou benzoylés doivent d'être transformés, par l'hydrosulfite sodique, en dérivés leucos, solubles dans les alcalis. On peut ainsi teindre les fibres végétales et la soie artificielle.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Mlle M. Braecke* (prés. par M. Guignard). **Sur la présence d'aucubine et de mélampyrite dans plusieurs espèces de Mélampyres.**

Poursuivant ses recherches, entreprises en commun avec M. Bridel, l'auteur retrouve l'aucubine à côté de la mélampyrite, alcool polyatomique, découvert en 1836 (appelé plus tard dulcite). Plusieurs grammes de ce glucoside ont été extraits à l'état cristallin avec près d'un gramme de melampyrite (point de fusion, 188°).

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier*. **Sur la structure des Alpes orientales : fenêtre des Tauern et zone des racines.**

L'auteur expose les résultats définitivement acquis quant à la connaissance de la structure de la *fenêtre des Tauern* et de la *zone des racines*. La fenêtre des Tauern est la déchirure, longue d'environ 170 km. et large de 30 km., qui va de Sterzing au Katschberg et de laquelle surgit, en voûte élancée, le système des nappes pennines, entouré de tous côtés par les nappes austro-alpines.

Entre le bord Sud de la fenêtre des Tauern et le bord Nord des Dinarides, court, de l'Ouest à l'Est, une bande de 15 km. à 40 km. de largeur qui est une zone de racines. Dans toute la zone de racines, les terrains secondaires ont les faciès des Alpes calcaires septentrionales.

— *H. Joly*. **Note préliminaire sur l'allure générale et l'âge des plissements de la chaîne celtibérique (Espagne).**

La chaîne celtibérique, série d'anticlinaux et de synclinaux parallèles, a vu deux grandes périodes de plissements; une hercynienne, une pyrénéenne, cette dernière en deux étapes, et plusieurs mouvements transgressifs et régressifs amenant notamment, aux confins des deux provinces de Soria et de Saragosse, une émersion jurassique, suivie d'un régime de lagunes, d'estuaires, et de mer ouverte durant le Crétacé.

OCÉANOGRAPHIE. — *L. Joubin*. **Distribution géographique de quelques coraux abyssaux dans les mers occidentales européennes.**

La carte jointe à cette Note montre la *répartition* des bancs de coraux abyssaux dans les mers occidentales d'Europe. On constate qu'ils suivent régulièrement l'isobathe de 200 m. qui marque approximativement le bord du plateau continental.

On peut noter un gisement particulièrement dense au large de la côte sud-ouest de l'Irlande et un autre également très serré en face de la côte française comprise entre Lorient et La Rochelle. Une tache moins importante est située au large de l'entrée de la Manche; mais aucun de ces coraux ne s'aventure dans cette mer insuffisamment profonde.

PALÉONTOLOGIE. — *Teilhard*. **Sur une faune de Mammifères pontiens provenant de la Chine septentrionale.**

La faune de K'ing-Yang-Fou est nettement pontienne, et manifeste des affinités avec les faunes analogues de Perse et d'Europe plutôt qu'avec celles de l'Inde. Elle présente en même temps certaines nuances particulières qu'on peut interpréter, soit comme les indices d'une province zoologique sinienne, soit comme une preuve que le niveau des « terres rouges » exploré par le P. Licent appartient à un âge géologique un peu différent de celui des niveaux classiques d'Europe et d'Asie occidentale.

— *V. Van Straelen* (transm. par M. W. Kilian). **Les Crustacés décapodes du Callovien de la Voulte-sur-Rhône (Ardèche).**

Dès le Callovien, les trois grands groupes de Natantia sont constitués. Parmi les Eryonidea, il importe de souligner l'existence de formes voisines des types actuels, *dès la base de Malm*. L'auteur estime d'ailleurs que ces formes, de même que la plupart des Eryonidea (le genre bathypélagique *Eryoneicus* excepté), sont moins spécialisées que les *Eryons*, connus avec certitude depuis la base du Lias. Au point de vue ethnologique, cette faune appartient à la zone littérale profonde euphotique.

BOTANIQUE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Hyperbioses de Soleil et de Topinambour.**

Les faits exposés dans cette Note montrent expérimentalement que si l'on n'observe pas l'inuline dans le Soleil greffé avec le Topinambour, cela ne veut pas dire que le Soleil n'utilise pas cette substance sous une autre forme. Il est bien probable, dit l'auteur, qu'il en est de même pour d'autres substances qui circulent dans les plantes en vue d'assurer les échanges

de matière ou pour remplir une fonction physiologique déterminée.

— *Maurice Lenoir* (prés. par M. Gaston Bonnier). **Les nucléoles pendant la prophase de la cinèse II du sac embryonnaire du *Fritillaria imperialis* L.**

Du cas observé dans la prophase II du sac embryonnaire du *Fritillaria imperialis* L, il ressort que : 1° la substance des nucléoles passe sans modification apparente dans le filament spirématique par une sorte d'aspiration; 2° entre le commencement du phénomène d'aspiration et la constitution des chromosomes parfaits, se trouve une période pendant laquelle s'établit l'équillbre entre les deux substances chromatiques : celle du réseau et celle des nucléoles.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mascré* (prés. par M. Guignard). **Sur l'étamine des Borraginées.**

L'auteur s'attache surtout à l'étude de l'assise nourricière du pollen ou tapis. Comme chez les Solanées, le développement du tapis staminal présente, chez les Borraginées, trois phases successives : différenciation, élaboration ou sécrétion, dégénérescence. Il appartient nettement au type des tapis dits *sécréteurs*, par opposition au type plasmodial, longtemps considéré comme dominant, sinon général, chez les Angiospermes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. G. Bonnier). **Action comparée de la sylvinite et de ses composants sur les premiers développements des plantes.**

Il s'agit de sylvinite à 20-22 pour 100 de potasse, contenant, dans 100 parties, 32 à 35 de KCl, 50 à 55 de NaCl, 0,1 à 0.5 de $MgCl^2$, 2.4 de So^4 Ca et 9 à 12 de matières insolubles.

En employant dans une première série d'essais, le NaCl et le KCl, l'auteur constate que le mélange des sels est plus favorable que chacun d'eux pris isolément, mais aussi qu'il est moins favorable que la sylvinite. De l'ensemble de ses essais, il se contente de constater que le mélange des quatre sels ne contient peut-être pas encore tous les éléments actifs de la sylvinite qu'il a employée.

— *J. Stoklasa* (prés. par M. L. Maquenne). — **Sur la respiration des racines.**

Les plantes sauvages respirent plus activement que les plantes cultivées. L'emploi d'air radioactif accroit l'intensité des phénomènes respiratoires et l'on ne trouve, parmi les produits de sécrétion, d'autre acide que l'acide carbonique.

Il est remarquable que l'émanation du radium en milieu aéré, n'agit favorablement que par ses rayons α ; les rayons β produisent l'effet contraire, c'est-à-dire dépriment la respiration aérobie et excitent la respiration anaérobie; ils activent surtout les phénomènes de réduction, tandis que les rayons α favorisent, de préférence, les oxydations.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Goris* et *P. Costy* (prés. par M. Guignard). **Sur l'uréase et l'urée chez les Champignons.**

Quel que soit le genre auquel on s'adresse, l'organe reproducteur est toujours le plus riche en urétase. Le pied et le chapeau jouissent également d'une certaine activité diastasique, Le Bolet comestible paraît être l'espèce la plus propice à la préparation de l'urétase. Les auteurs ont préparé, à partir des tubes hyméniaux de ce champignon, un liquide fermentaire; 3 cm^3 de ferment préparé avec des bolets jeunes, mis dans une solution d'urée portée préalablement à la température de + 37°, doivent décomposer celle-ci en une heure.

PROTISTOLOGIE. — *L. Léger* et *A. Ch. Hollande* (prés. par M. Henneguy). **Coccidie de l'intestin de l'Anguille.**

Il s'agit d'une nouvelle espèce, *Eimreia anguillæ*, rencontrée dans l'intestin d'*Anguilla vulgaris* Flem. provenant de l'étang de Bigulia en Corse. Schizogonie et gamétogenèse à la surface de l'épithélium. Ookystes sphériques à paroi mince de 10μ mûrissant dans la profondeur de l'épithélium intestinal et renfermant quatre spores dizoïques apparemment ovoïdes, avec un bouton caniculé à l'un des pôles et à section transversale hexagonale, de 8μ sur 5μ. Kystes à microspores de 6μ.

HISTOGENÈSE. — *L. M. Betances* (prés. par M. Henneguy). **Quelques précisions sur la morphogenèse de la cellule hématique.**

L'auteur résume dans cette Note la constatation de quelques faits qui viennent infirmer des opinions généralement admises sur la morphogenèse de la cellule hématique des Vertébrés. Jamais, d'après lui, une cellule hématique ne peut acquérir une capacité polyblastique, pas plus qu'elle ne peut rajeunir après avoir vieilli. Une cellule différenciée spécifiquement dans un sens est incapable de se différencier dans un autre.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La théorie einsteinienne de la gravitation, par Gustave Mie, professeur de Physique à l'Université de Halle. Ouvrage traduit de l'allemand. Un vol. in-12, de 120 pages, avec 5 figures. J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris, 1922. — Prix broché : 4 fr. 50 net.

La relativité est à l'ordre du jour, et le nombre des livres de vulgarisation destinés à donner une idée plus ou moins exacte de la théorie à ceux qui n'ont aucune connaissance scientifique augmente chaque jour. Dans beaucoup de ces livres on chercherait en vain quelque chose de personnel, soit dans la forme, soit dans le fond.

Tel n'est pas le cas de l'ouvrage que nous analysons. Son auteur appartient au petit nombre de savants qui ont contribué à édifier et à préciser la théorie de la relativité. Il la connaît donc bien et il a sur elle des idées personnelles. Il nous « expose telles qu'il les entend les idées directrices sur lesquelles peut s'édifier la théorie de la gravitation sous sa forme actuelle, de sorte que cet ouvrage est plutôt une analyse critique des principes fondamentaux de la théorie qu'une étude de la théorie elle-même. » (Préface des traducteurs, page v). Il n'est pas d'ailleurs complètement d'accord avec Einstein sur la signification à donner au principe de la relativité dite générale. Il n'admet pas au point de vue logique l'équivalence de tous les systèmes de référence imaginables pour la description des phénomènes de la nature. « Il n'est pas exact, écrit-il, que la forme des lois de la nature soit le seul critérium qui permette à notre raison de décider si telle représentation de l'univers est acceptable ou non » (p. 98). « Il ne suffit pas à notre raison que les lois fondamentales des phénomènes physiques nous apparaissent avec une forme simple et claire, il faut encore que les choses elles-

mêmes soient décrites en termes simples et clairs » (p. 100).

L'auteur a su exposer les principes fondamentaux de la relativité, en dégager la signification physique et en préciser les limites, sans l'emploi de l'instrument mathématique. Physiciens et philosophes le liront et le méditeront avec profit. A. Bc.

Ether-Electricité, Relativisme. (*Conférence du 22 mars 1922 à Paris, Conservatoire des Arts et Métiers*), par le général Chapel. Une brochure in-8° de 40 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Le général Chapel tente d'expliquer l'ensemble des phénomènse : lumineux, électriques, calorifiques, par l'hypothèse suivante relative à l'éther : « l'éther est un gaz matériel, pesant, cinétique : c'est ce que depuis des siècles on appelle : *fluide électrique, électricité* » (p. 38). A la vérité on conçoit mal qu'un tel fluide soit incompressible et qu'il propage des vibrations transversales.

On trouve également dans cette brochure une définition de l'électron qui satisfera, croyons-nous, bien peu de physiciens : « l'électron, je le répète, malgré sa grande généralité, n'est cependant qu'un cas particulier d'électrisation d'un conducteur : le *conducteur molécule* ».

Enfin, la critique de la théorie de la relativité nous semble un peu superficielle. Néanmoins on trouvera dans la brochure du général Chapel des aperçus intéressants. A. Bc.

La Constitution de la Matière, par Max Born, professeur à l'Université de Francfort, traduit par H. Bellenot. In-8° de 80 pages (*Collection G. Juvet*). Albert Blanchard, éditeur, Paris. 1922. — Prix : 6 francs.

Dans cet opuscule, sont réunies trois conférences, faites par M. Max Born, à la Société de Chimie de Francfort, sur l'atomistique physique.

La première, intitulée l'*Atome*, résume les idées modernes sur la structure discontinue de la matière et de l'électricité : chaque atome serait formé par un noyau et par des électrons gravitant autour de lui, sur une ou plusieurs orbites. Les propriétés chimiques seraient liées au nombre des électrons de l'orbite extérieure, d'où la périodicité remarquée par Mendéléef, tandis que certains caractères communs à tous les éléments (similitude des spectres de rayons Roentgen) feraient admettre pour leurs atomes l'identité de constitution interne : peut-être parviendra-t-on à ramener la constitution de la matière à deux éléments de polarités différentes et à déduire les lois physiques et chimiques de la théorie des nombres.

La seconde conférence (*de l'éther mécanique à la matière électrique*) s'occupe des rapports entre les conceptions mécanique et électrique du monde physique : c'est ainsi qu'à l'ancienne théorie de l'élasticité des milieux cristallins, on peut en substituer une nouvelle qui considère chaque cristal comme un assemblage de charges électriques soumises aux lois du champ : par un calcul global, on peut passer de là aux propriétés macroscopiques des continus de la vieille théorie. Par les deux exposés qui précèdent, le lecteur jugera de l'importance des résultats obtenus par la doctrine atomistique, en rattachant, à un processus unique, les propriétés mécaniques, électriques, magnétiques et optiques des corps.

Il reste à expliquer, au moyen des atomes et des électrons, les transformations chimiques. C'est l'objet de la troisième conférence, intitulée : *Le passage de la chimie à la physique*. Dans ce domaine, bien des problèmes demeurent encore sans solution. On n'en lira qu'avec plus d'intérêt le résumé des recherches récentes entreprises dans cette voie, recherches auxquelles l'auteur lui-même a pris une part active ; sans insister davantage, disons seulement qu'elles convergent vers ce but : prévoir la marche d'une réaction en fonction des différents facteurs (pression, température, etc...), et cela au moyen d'un petit nombre de mesures. Les travaux de Nernot ont établi que ce problème peut être résolu par des mesures purement physiques.

Le lecteur trouvera, dans l'ouvrage de M. Max Born, une bibliographie aussi complète que possible.

G. Bouligand.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Ch. Lafon. — Etude sur le ballon captif et les aéronefs marins. In-8° de 208 pages, avec 21 figures et 2 planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

H. Galbrun. — Introduction de la théorie de la relativité, calcul différentiel absolu et géométrie. In-8° de 460 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Roger-Joseph Boscovich. — A Theory of natural Philosophy. Edition latin-english, with a short life of Boscovich. In-folio de 465 pages avec figures. Open Court publishing Company, London et Chicago.

Lematte. — L'Opothérapie du praticien. In-8 de 238 pages avec 3 planches. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Dr *Sigm. Freud.* — La psychopathologie de la vie quotidienne. Application de la psychanalyse à l'interprétation des actes de la vie courante. In-8° de 321 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 14 fr.

Walther Rathenau. — Où va le monde ? Considérations philosophiques sur l'organisation sociale de demain. Traduit par le Dr S. Jankélévitch. In-8° de 373 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Eugène Marec. — La force motrice électrique dans l'industrie. In-8° de 614 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 55 francs.

M. V. Lathonwers. — Recherches expérimentales sur l'hérédité chez « Campanula Medium, L. ». In-4° de 33 pages avec 3 planches, Lamertin, éditeur, Bruxelles.

Société chimique de France. — Conférences, années 1920-1921. In-8° de 96 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

Contributions from the Jefferson physical Laboratory from the cruft high-tension electrical laboratory and from colleagues and former students, dedicated to professor Edwin Herbert Hall. T. XV., 1921. In-8° de 355 pages. Harvad University. Cambridge Mass. U.S.A.

Branly. — La Télégraphie sans fil. In-16 de 165 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 francs.

Brumpt. — Précis de Parasitologie, 3e édition. In-8° de 1216 pages avec 736 figures et 2 planches. (*Collection des Précis médicaux*). Masson, éditeur, Paris. — Prix : 44 francs.

Paul Baud. — Chimie industrielle. La grande industrie chimique. Les métalloïdes et leurs composés. Les métaux et leurs sels. Industries organiques. In-8° de 704 pages avec nombreuses figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 32 francs.

L'Imprimeur-Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2, Rue Monge, Paris (Ve)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR-GÉRANT
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 24 — 60e ANNÉE — 23 DÉCEMBRE 1922

PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION DES HYDROCARBURES LOURDS EN HYDROCARBURES LÉGERS

La consommation des hydrocarbures de toutes espèces, et particulièrement celle de l'essence de pétrole, a pris dans ces derniers temps un développement extraordinaire. Elle s'accroît tous les jours et l'on peut se demander si, dans quelque temps, on sera en mesure de satisfaire les exigences de l'automobilisme, des transports par camions, de l'aviation, des moteurs agricoles, etc.

La proportion d'essence que l'on trouve dans les différents pétroles est variable. Tandis que celui de Pensylvanie en renferme 16 %, le naphte de Bakou n'en contient que 3 à 4 %. Entre ces deux types importants, il en existe qui sont un peu plus riches en essence que le pétrole de Bakou ; d'autres, au contraire, atteignent un pourcentage inférieur ; c'est le cas du pétrole de Mexique.

Par contre, le pétrole lampant, les huiles lourdes, dominent dans les divers pétroles. Si celui de Pensylvanie fournit par distillation 55 % de pétrole lampant et 15 % d'huile lourde, un pétrole du Caucase donne 32 % d'huile lampante et près de 50 % d'huiles lourdes ou mazouts. Le pétrole mexicain est surtout riche en hydrocarbures lourds, de même nature que l'asphalte.

Or, ces produits, les plus abondants du pétrole, ont, à l'heure actuelle, une valeur bien inférieure à l'essence. On devait donc songer à transformer ces hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers susceptibles d'être employés comme carburants au même titre que l'essence.

C'est une circonstance fortuite qui a conduit à la solution de ce problème industriel.

En poursuivant la distillation des pétroles américains au-dessus de 300°, l'ouvrier, qui avait abandonné sa chaudière, constata, au retour, que les huiles distillées étaient constituées par des produits légers, au lieu d'hydrocarbures lourds qui devaient être recueillis. Par suite d'une surchauffe locale, il s'était produit durant la distillation une décomposition des huiles lourdes qui avait donné naissance à des gaz, des essences et du brai.

Ce phénomène fut désigné sous le nom de « *cracking* », qui signifie fendre, briser. Cette observation fut faite en 1855 par Silimann, à Newark (Amérique). Elle fut le point de départ d'une industrie nouvelle ayant pour but de transformer les hydrocarbures lourds du pétrole en essences légères.

Young prit le premier brevet en 1865 et, depuis cette époque, le nombre de brevets délivrés sur le cracking a dépassé 400.

Comme nous le verrons dans la suite, le cracking des huiles américaines est effectué vers 500-600°, sous une pression de plusieurs atmosphères et conduit à des produits légers où dominent les oléfines.

Mais si l'on élève davantage la température, on constate que les hydrocarbures forméniques lourds du pétrole fournissent des produits légers renfermant de la benzine, du toluène, du xylène. On entre ainsi dans les *réactions pyrogénées* de Berthelot. Au contraire, si l'on maintient une temrature de 500-600° et si l'on emploie des catalyseurs métalliques pouvant favoriser la décomposition des hydrocarbures lourds, on produit un

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

cracking à la pression ordinaire. C'est la *méthode catalytique*. Dans le cas où l'on emploie un catalyseur à très grande activité, comme le chlorure d'aluminium, la dislocation des hydrocarbures pourra être réalisée à plus basse température.

La méthode de cracking n'utilise que des pressions inférieures à 10-12 atmosphères. Il paraissait intéressant d'effectuer le dédoublement des huiles lourdes au contact d'hydrogène sous des pressions très élevées. Il a été réalisé à 100 et 200 atmosphères.

De telle sorte qu'à l'heure actuelle on peut diviser en cinq groupes les méthodes permettant de produire des huiles légères à partir des hydrocarbures lourds : (1)

1° Méthode par cracking.
2° Méthode de décomposition pyrogénée.
3° Méthode catalytique.
4° Méthode au chlorure d'aluminium.
5° Méthode par hydrogénation sous haute pression.

1° Méthode par cracking

Lorsqu'on soumet à la distillation des huiles lourdes de pétrole bouillant au-dessus de 300°, on constate que, vers 330°, il se produit déjà une décomposition très nette. Elle se manifeste par la production de vapeurs inflammables. En outre, si l'on distille de nouveau le produit liquide provenant de la décomposition de l'huile lourde, il commence à bouillir au-dessous de 250°. Il s'est produit un cracking, dû à la destruction des hydrocarbures lourds du pétrole, qui ne peuvent être distillés à la pression ordinaire sans subir une décomposition notable. Ainsi, l'*octodécane*, l'*eicosane*, ne peuvent être distillés que sous pression réduite, sans quoi ils s'altèrent profondément. L'*ennatriacontane*, C^{31} H^{64}, se décompose même sous une pression de 15 m/m., à 300°.

Or, si on essaie, au contraire, de réaliser la distillation de ces hydrocarbures sous des pressions de plusieurs atmosphères, leur destruction sera encore plus importante. C'est le principe du *procédé de Burton*, employé par la Standart Oil C°. On distille les huiles lourdes, bouillant au-dessus de 290°, dans des chaudières ou cornues où l'on maintient une pression de 5 à 6 atmosphères. La température de la distillation atteindrait 500 à 550°. Mais l'on conçoit combien il est difficile de maintenir constante une température aussi élevée, dans une grande masse d'huile. Les difficultés sont encore accrues du fait de la formation de produits condensés, de brais, qui tapissent le fond des chaudières. Aussi, en raison de la mauvaise conductibilité de ces derniers, on est obligé, pour poursuivre la décomposition totale du pétrole lourd, d'atteindre des températures qui entraînent la déformation et la destruction des appareils. Il en résulte que dans la pratique l'on ne peut distiller qu'un tiers environ de la charge. Le rendement en essence de cracking est d'ailleurs variable et atteint 30 à 40 %.

Ce procédé a fait l'objet d'un certain nombre de modifications dont la plus importante consiste dans une augmentation de la pression.

Dans une seconde série de brevets, complètement différents de celui de Burton et des brevets analogues, le cracking n'est plus effectué dans des chaudières, mais dans des tubes métalliques. Les vapeurs de pétrole lourd sont dirigées dans ces tubes crackeurs chauffés à 550°, par un étranglement réglé de telle sorte qu'elles atteignent 4 à 5 kg. de pression. Elles sont soumises à ce traitement pendant quelques secondes, puis les produits résultant passent dans une seconde série de tubes crackeurs où la détente s'effectue jusqu'à la pression atmosphérique. Il se fait un dépôt de charbon léger que l'on peut enlever par insufflation d'air et l'on évite ainsi la formation des brais.

Ce sont les procédés de Dittmann et de Hall.

Par introduction de vapeur d'eau surchauffée soit dans les cornues, soit dans les tubes crackeurs, on a pensé qu'il serait possible d'augmenter le rendement en essence et de modifier sa composition, tout en produisant la réaction d'une manière continue. En effet, au contact du charbon ou des brais, portés au rouge, la vapeur d'eau en se décomposant, fournirait l'hydrogène nécessaire à la saturation des carbures éthyléniques dont la polymérisation ultérieure pourrait être ainsi fortement réduite. Cette idée se dégage des brevets de Testelin et Renard, de Ferward, de Turner, de Forwood, etc.

Parmi tous les procédés, celui de Burton a permis de fabriquer, en 1916, avec des huiles américaines, 9 millions d'hectolitres d'essence de cracking et de porter, en 1921, de 16 à 23 % la quantité d'essence produite par tout le pétrole américain extrait et importé.

Mais un brevet récent de William Knox, sur lequel on ne possède actuellement que des renseignements incomplets, permettrait d'atteindre, par le cracking, un rendement de 60 % en essence légère, au lieu de 30 à 40 % fourni par le procédé Burton. En outre les frais de chauffage et de main-d'œuvre seraient très réduits par suite de la simplicité et de la continuité de l'opération.

Les réactions qui se produisent dans le cracking des huiles américaines sont simples. Les hydrocar-

(1) Voir pour plus de détails « Chimie et Industrie », numéro du Congrès des Combustibles liquides.

bures forméniques C^nH^{2n+2}, où n est très élevé, constituant les parties lourdes du pétrole, se scindent en hydrocarbures plus légers C^pH^{2p+2}, où $p < n$. Les valeurs de p peuvent être très petites, depuis l'unité (méthane, CH^4), jusqu'à celles qui correspondent aux hydrocarbures bouillant au-dessous de 150° à 180° (n=8 à 10).

Mais en même temps, il y a simple départ d'hydrogène, soit à partir des hydrocarbures primitifs, soit à partir des hydrocarbures d'égrènement, ce qui conduit à la formation de carbures éthyléniques ou oléfines, C^nH^{2n} et C^pH^{2p}.

Or, on sait que les carbures éthyléniques ont une grande tendance à se polymériser, soit spontanément, soit en présence d'agents condensants, et de même que l'amylène, par exemple, qui bout à 31°, se transforme par polymérisation en diamylène, *b.* à 135° et en triamylène, *b.* à 245°, de même les oléfines de rang élevé se condensent en donnant des polymères lourds, visqueux, pouvant eux-mêmes perdre de l'hydrogène, ce qui conduit en définitive à des produits goudronneux, à des brais. Ce sont ces brais qui tapissent le fond des chaudières dans le procédé Burton.

En définitive, les produits résultant du cracking des huiles lourdes de pétrole, sont des gaz, constitués par de l'hydrogène, du méthane, de l'éthane, du propane, de l'éthylène et du propylène, etc., et des hydrocarbures liquides volatils de nature forménique et éthylénique, en même temps qu'une certaine quantité de produits condensés. Effectivement, l'essence artificielle de cracking renferme à la fois des carbures forméniques et éthyléniques. Ces derniers lui communiquent une odeur forte. Ils possèdent, en outre, une grande tendance à la polymérisation. Cette essence a une couleur jaune ; elle est parfaitement utilisable comme carburant, soit seule, soit mélangée à des essences ordinaires ou à du benzol, et dans ces dernières années elle a été employée sur une vaste échelle dans les moteurs à explosion.

L'opération du cracking a été étudiée surtout pour les huiles américaines. Mais on comprend que ce procédé peut s'appliquer également aux pétroles de Bakou, riches en huiles lourdes.

Ces pétroles ont une constitution complètement différente de celle des pétroles de Pensylvanie. Ils sont formés surtout d'hydrocarbures cycloforméniques, $C^n H^{2n}$, dont le type le plus simple est le cyclohexane $C^6 H^{12}$. Or, Schutzenberger a montré le premier, que l'on pouvait transformer au rouge vif les hydrocarbures de ce pétrole en carbures benzéniques, avec production collatérale d'une petite quantité de carbures éthyléniques. Ces derniers sont constitués surtout par des naphtylènes ou des carbures éthyléniques provenant de l'égrènement des chaînes longues attachées au noyau. Il résulte de là que le cracking de Bakou conduira encore à des gaz formés d'hydrogène et de carbures forméniques et éthyléniques, ainsi qu'à des essences légères constituées surtout par de la benzine, du toluène, des xylènes et des naphtylènes.

D'une manière générale, on peut dire que le cracking des huiles lourdes des divers pétroles conduira à des résultats analogues à ceux fournis par les pétroles de Pensylvanie et de Bakou.

2° Méthode de décomposition pyrogénée

Le second groupe de méthodes pouvant conduire à la préparation d'hydrocarbures légers consiste dans l'application des réactions pyrogénées, qui ont été étudiées d'une manière si approfondie par Berthelot.

On sait que le méthane dirigé à travers un tube maintenu au rouge fournit de la benzine. Ce carbure s'obtient encore en chauffant de l'acétylène. Des produits acycliques, chauffés au rouge, se cyclisent avec départ d'hydrogène.

On donne à ces réactions les noms de *synthèses* ou *condensations pyrogénées*.

La destruction de la houille, en vue de la production du gaz d'éclairage ou du coke appartient à la catégorie des réactions pyrogénées. On peut expliquer très aisément, aujourd'hui, la formation des produits cycliques du goudron, grâce aux beaux travaux de Pictet et de ses élèves. Ces savants ont montré que la houille pouvait être considérée comme une matière hydrocarbonée solide, imprégnée d'un liquide chimiquement très voisin du pétrole. Ils ont retiré de certaines houilles, soit par un épuisement au benzol, soit par distillation dans le vide, des hydrocarbures forméniques et cycloforméniques de même nature que ceux de certains pétroles.

D'autre part, on sait que la distillation de la houille à basse température fournit une dose importante d'hydrocarbures légers de la série forménique.

Or, lorsqu'on soumet la houille à la pyrogénation, dans des cornues à gaz ou dans des fours à chambres, les hydrocarbures cycloforméniques perdent leur hydrogène en donnant de la benzine et des homologues, et les carbures forméniques subissent la condensation pyrogénée avec cyclisation de leur molécule et départ d'hydrogène. De telle sorte, que ce dernier sort de tous les côtés et il ne faut pas s'étonner d'en trouver une très forte proportion dans le gaz d'éclairage. Quant à la benzine et à ses homologues, leur stabilité à haute température fait qu'ils ne se modifient plus dès qu'ils ont pris naissance.

Mais ce ne sont pas seulement des hydrocar-

bures aromatiques qui se produisent dans ces condensations pyrogénées. Il se forme également des carbures polycycliques, naphtaline, anthracène, etc.

Eglow et Twomey ont essayé d'appliquer la méthode des réactions pyrogénées à la préparation de la benzine et du toluène, à l'aide de la paraffine ou des huiles de paraffine. Il résulte de leurs travaux que, de 650° à 700°, il se forme exclusivement des hydrocarbures aromatiques. La naphtaline apparaît à 750° et l'anthracène à 800° ; leurs quantités croissent avec la température et deviennent maximum à 875°.

3° Méthode catalytique

La méthode de cracking ne saurait s'appliquer aux huiles lampantes sans faire intervenir dès pressions très élevées, ce qui n'est pas sans inconvénients au point de vue pratique. D'autre part, certains pétroles, comme celui d'Amérique, renferment une proportion importante d'hydrocarbures bouillant de 150° à 300°. Il paraissait intéressant de les transformer en carbures plus légers.

On y parvient aisément en présence de catalyseurs métalliques, particulièrement du cuivre, chauffé vers 600°. Dans ces conditions, il se forme des produits gazeux de même nature que ceux fournis par le cracking des huiles lourdes et des hydrocarbures liquides, constituant une essence semblable à l'essence de cracking.

La composition des gaz provenant de la décomposition catalytique d'huiles solaires ou de pétrole lampant, est la suivante :

Carbures éthyléniques.....	44.1 %
Carbures forméniques et hydrogène...	54
Azote	1.3

Sa densité par rapport à l'air a été trouvée égale à 1,0167. Sa puissance calorifique est en moyenne de 15.500 calories par mètre cube. Il possède un pouvoir éclairant intense et brûle avec une flamme fuligineuse. Ces propriétés permettent de l'utiliser sous forme de gaz comprimé, ou pour enrichir le gaz à l'eau et les gaz pauvres.

Le gaz provenant de la décomposition catalytique de la vaseline, au contact du cuivre divisé chauffé à 600°, présente la composition suivante :

Carbures éthyléniques	49.5 %
Carbures forméniques	21.3
Méthane	21.3 %
Hydrogène	7.5

L'essence catalytique constitue un liquide jaune ambré, possédant l'odeur caractéristique des essences de cracking. Elle renferme plus de 40 % de carbures éthyléniques. Il en résulte qu'à la longue elle pourra subir une modification par suite de la polymérisation des oléfines.

On peut, il est vrai, lui faire perdre son odeur et sa couleur en l'hydrogénant sur du nickel divisé. Cette opération entraîne la saturation des carbures éthyléniques et comme conséquence elle devient complètement stable.

Au point de vue pratique, l'application industrielle du procédé catalytique a donné les résultats suivants : une tonne d'huile solaire (résidus de pétrole) fournit 372 m^3 de gaz à 15.500 calories, (les limites extrêmes du pouvoir calorifique supérieur ont été 14.000 et 16.800 calories à 0° et 760 m/m.), 350 litres d'essence catalytique de densité 0,800, distillant de 30° à 178°, et 150 kg d'un résidu liquide de densité égale à l'unité.

Les pétroles ne relèvent pas seuls de la décomposition catalytique. Les huiles de goudron fournissent une proportion plus importante de carbures aromatiques.

L'essence de térébenthine se transforme en produits légers où dominent la benzine, le toluène et le métaxylène.

D'une manière générale, tous les hydrocarbures peuvent subir l'action catalytique des métaux et du cuivre en particulier, avec formation simultanée de produits gazeux et liquides à point d'ébullition moins élevé que les hydrocarbures primitifs.

4° Méthode au chlorure d'aluminium

Quelque temps après la découverte de leur synthèse au chlorure d'aluminium, Friedel et Crafts remarquèrent que ce sel agit seul sur les hydrocarbures aromatiques, en l'absence de composés halogénés. Ils sont dégradés et transformés en homologues inférieurs par perte de leurs chaînes latérales. Ainsi, l'hexaméthylbenzène est converti successivement en durène, puis en xylènes.

Cette observation fut appliquée par plusieurs auteurs à la transformation des hydrocarbures aromatiques en carbures plus simples. Mais on constata, en analysant de près les produits de la réaction, que ce dédoublement des carbures aromatiques était accompagné de la formation de carbures plus complexes. Ainsi, l'éthyl benzène ne fournit pas seulement de la benzine au contact du chlorure d'aluminium ; il y a une production corrélative de diéthyl benzène et de triéthyl benzène.

Le phénomène a lieu par conséquent suivant les deux sens : simplification de la molécule et complication de la chaîne. La simple observation du phénomène indique qu'il doit en être ainsi. Lorsqu'on chauffe, en effet, un carbure aromatique avec 10 % de chlorure d'aluminium, on ne constate aucun dégagement gazeux. Il en résulte, par conséquent, que les résidus qui se détachent d'une molécule aromatique doivent se porter sur une molécule voisine pour la compliquer.

Il semblait que cette réaction devait rester cantonnée dans la série aromatique.

Mais en 1902, Aschan montra qu'elle pouvait s'appliquer à la série aliphatique. En traitant de l'amylène par du chlorure d'aluminium sec, il obtint du méthane et des carbures supérieurs, hexane et ses homologues.

Dans ces dernières années, elle a été étendue à la décomposition des hydrocarbures du pétrole, en Allemagne, en Suisse et aux États-Unis.

Les hydrocarbures des huiles lampantes, des huiles de graissage sont très aisément convertis par le chlorure d'aluminium en produits légers facilement inflammables et en matières solides analogues à l'asphalte. Comme dans le cas des hydrocarbures aromatiques, il y a simplification et complication de la chaîne, ce qui s'explique fort bien puisqu'il ne se dégage aucun produit gazeux.

Lorsqu'on ajoute du chlorure d'aluminium anhydre à des huiles de pétrole bouillant au-dessus de 150°, il se dissout et le liquide se colore en brun. Par distillation fractionnée on en retire d'abord de l'essence de pétrole bouillant de 40° à 140°, puis des produits lourds distillant jusqu'à 400°. Le résidu noir visqueux renferme tout le chlorure d'aluminium qui peut être récupéré par sublimation dans un courant de chlore. Une huile lampante de Galicie a fourni 50 % de produits légers distillant, de 40° à 140°, 10 % d'hydrocarbures allant de 140° à 180°, 28 % de liquide bouillant entre 180 et 360° et 11 % d'un résidu visqueux. Le traitement d'une huile de graissage de Bakou a donné 31,5 % d'hydrocarbures légers distillant au-dessous de 140° et 12 % allant de 140° à 180°. La paraffine conduit à une proportion de 48 % d'essence légère.

Cette essence est un liquide incolore, à odeur éthérée agréable ; elle ne ressemble pas aux essences de cracking ou de catalyse, car elle est exclusivement formée d'hydrocarbures saturés. Sa densité est voisine de 0,72 et son pouvoir calorifique est de 11.386 calories. Ces résultats sont trop intéressants pour qu'ils n'aient pas tenté les industriels allemands. Le procédé de Grefe et Walther, exploité en Allemagne, opère la dissociation des huiles de pétrole par le chlorure d'aluminium.

La naphtaline subit également la dislocation en produits légers par action du chlorure d'aluminium anhydre. A 330°, en autoclave, avec 4 % de catalyseur, 40 % d'hydrocarbure solide sont changés en produits liquides, dont 5 % bouillent au-dessous de 150°.

5° Procédé par hydrogénation sous haute pression

Les méthodes que nous venons de décrire permettent de transformer les hydrocarbures lourds en hydrocarbures plus simples, avec formation corrélative de produits plus condensés (asphaltes, brais ou charbon), et dans les trois premiers cas, de corps gazeux. Il en résulte une perte en produits liquides légers qui devient très importante dans le cas particulier des réactions pyrogénées.

Le dégagement d'hydrogène entraîne, d'autre part, la formation de carbures éthyléniques qui ont une grande tendance à se polymériser.

On pouvait penser qu'en opérant le cracking des huiles de pétrole en présence d'hydrogène, sous une pression supérieure à la tension de dissociation des carbures légers, la production d'oléfines n'aurait pas lieu. Et, comme conséquence immédiate, il ne se produirait plus de brais ou de goudrons résultant de la polymérisation des carbures éthyléniques.

C'est en partant de cette idée que Bergius a créé une méthode de dissociation pratiquement quantitative des huiles lourdes en carbures légers saturés, par action de l'hydrogène sous pression de 100 à 200 atmosphères, à une température de 400 à 450°. Un pétrole roumain, constitué par un mélange d'huile lampante 63 % et d'huile lourde 43 %, commençant à distiller à 210°, soumis à l'action de l'hydrogène à 100 atmosphères, a fourni, au bout de neuf heures de traitement, 76 % d'essences légères bouillant avant 210°, sans qu'il y ait eu formation de brai ou de coke.

Les huiles minérales formées de carbures peu riches en hydrogène, comme les huiles d'asphalte ou l'asphalte sec, sont transformées par ce procédé en carbures légers et en huiles lourdes pouvant être utilisées pour le graissage.

Il résulte de là que les pétroles du Mexique, dont la teneur en produits lourds et visqueux est très élevée, seront susceptibles d'être changés en essence, alors que les procédés de cracking ordinaire ne peuvent donner que des résultats peu satisfaisants.

La houille, dont la composition centésimale révèle une faible proportion d'hydrogène par rapport au carbone qu'elle renferme, subit aussi l'action du cracking en présence d'hydrogène sous pression.

A 200 atmosphères, et à une température de 400°, 400 kg. de houille ont fourni, après 15 heures, plus de 50 % de produits liquides.

Le cracking de la houille, effectué en présence de benzine, n'a laissé que 15 % de résidu solide. Tout le charbon a été transformé en composés liquides.

Il n'est pas douteux que l'addition de benzine doit favoriser fortement la décomposition de la houille. En effet, Pictet et ses élèves, Fischer et Glund, ont montré que la benzine enlève à la houille

un grand nombre d'hydrocarbures et de produits de nature basique et acide. Plus la pression est élevée, plus la dose de ces divers produits est grande. Mais les corps basiques et acides réagissent également sur la houille, pour enlever des corps assez mal définis, désignés sous le nom « d'extraits de houille ». Ils sont fragiles sous l'action de la chaleur. Ils doivent donc se « cracker » facilement ou subir l'hydrogénation en fournissant des produits liquides. La benzine, réagissant à haute pression sur la houille, facilite donc l'enlèvement de tous les produits solubles.

Ces travaux possèdent une importance considérable qui ne peut qu'augmenter avec la pénurie des carburants. Si, au point de vue industriel, l'exploitation du procédé Bergius a rencontré de grandes difficultés à son début, il n'en est plus ainsi aujourd'hui, par suite de l'appui que lui ont apporté de puissantes Sociétés allemandes.

.Les pays pauvres en charbon, comme la France, ne sauraient être tributaires de cette méthode; mais il n'en est pas de même pour les pays de houille, tels que l'Amérique, l'Allemagne et l'Angleterre.

Conclusions

Nous avons essayé d'exposer, assez brièvement, les différentes méthodes permettant de contribuer à la production d'hydrocarbures légers (essences), à partir des hydrocarbures lourds.

La méthode de cracking est surtout développée en Amérique, et contribue, dans une large mesure, à alimenter l'industrie en essence artificielle.

La méthode des décompositions pyrogénées, qui avait été appliquée par « l'Aetna Explosive C° », dans le but de fabriquer du toluène, n'a plus sa raison d'être en dehors de la guerre.

Le procédé catalytique, après avoir subi beaucoup de fluctuations, a été essayé d'une manière continue pendant deux années, à l'usine à gaz de Forest (Belgique). Les résultats obtenus ont montré que, par l'utilisation des deux produits de la fabrication, les gaz riches et l'essence catalytique, le procédé était viable industriellement, et « l'Imperial Continental gaz Association » a créé une Société pour en assurer l'exploitation dans ses usines de Belgique.

Si la méthode au chlorure d'aluminium est employée en Allemagne, il n'est pas douteux qu'à l'heure actuelle elle est également utilisée en Amérique. Enfin, le procédé Bergius retient toute l'attention des savants et des industriels.

A. Mailhe,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

L'UNITÉ DE PLAN MORPHOLOGIQUE ET STRUCTURAL DANS LES PLANTES VASCULAIRES

La constitution des plantes vasculaires et la valeur relative de leurs différentes parties ont fait l'objet de théories nombreuses et contradictoires de la part des botanistes les plus réputés en France et à l'étranger.

En 1911, dans un mémoire devenu classique (1), Gustave Chauveaud avait déjà montré comment aucune de ces théories n'était capable de conduire à une conception rationnelle de la structure des végétaux vasculaires par suite de la méconnaissance par leurs auteurs des lois de l'évolution de l'appareil conducteur. Cette méconnaissance, en particulier, leur avait fait attribuer, aux différents membres de la plante, des structures propres par lesquelles ils caractérisaient ces membres avec une rigueur parfois toute mathématique. On opposait notamment la structure de la tige à celle de la racine et on s'ingéniait à expliquer les rapports de ces structures entre elles par des phénomènes de torsion et de dédoublement des faisceaux ou par des phénomènes de raccord ou de mise en contact. Or, nous savons maintenant que ces différentes structures ne représentent que les phases successives d'une évolution qui se poursuit dans un ordre rigoureusement déterminé et que, si une partie de la plante présente dès le début une des dernières phases de cette évolution, c'est que les phases précédentes ont été supprimées par l'accélération basifuge du développement.

Depuis la publication de ce mémoire, dix années de recherches nouvelles sur l'Ontogénie des plantes vasculaires ont permis au chef de l'école française d'anatomie végétale de mettre en évidence la constitution élémentaire de la plante. En partant de l'œuf, Chauveaud nous fait suivre étape par étape le développement du végétal dans chacun des principaux groupes naturels et nous fait assister à son édification progressive au moyen de plantules élémentaires, ainsi qu'à la complexité croissante de sa structure par la formation répétée de systèmes vasculaires élémentaires (1).

(1) G. Chauveaud. — **L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution.** (*Ann. des Sc. Nat.* 9e série, tome XIII, 1911).

(1) G. Chauveaud. — **La constitution des plantes vasculaires révélée par leur Ontogénie.** (*Payot*, édit. Paris, 1921).

I. La Phyllorhize, unité morphologique.

Prenons comme point de départ le massif initial formé par l'œuf d'une Cryptogame vasculaire aquatique nous le voyons donner naissance sur un de ses côtés à une première plantule élémentaire, ou *phyllorhize* : formée d'une partie verte dirigée vers le haut, la *phylle*, et d'une partie incolore dirigée vers le bas, la *rhize*. Pendant la croissance de cette première phyllorhize, le massif initial se trouve soulevé à une certaine hauteur par la base de la phylle dans laquelle on peut alors distinguer deux parties : la *feuille*, au-dessus du massif initial, la *caule*, au-dessous. A un deuxième stade, le massif initial donne naissance sur son côté libre à une deuxième phyllorhize constituée comme la première et qui soulève à son tour le massif initial ; celui-ci donne naissance à une troisième phyllorhize et ainsi de suite pour les suivantes, chaque phyllorhize se reliant par sa caule à la phyllorhize précédente. Au fur et à mesure que s'édifient de nouvelles phyllorhizes, et en vertu de la loi de l'accélération basifuge antérieurement énoncée par Chauveaud, la distance qui les sépare dans le temps et dans l'espace décroît ; à la limite de cette décroissance, plusieurs phyllorhizes semblent prendre naissance en même temps et au même niveau ; il en résulte que le massif initial, dont chaque portion est latérale par rapport à la phylle qui lui correspond, occupe une position centrale au milieu d'une rosette de feuilles ; il forme la partie de la plante connue sous le nom de bourgeon terminal ; il prolonge l'ensemble des caules dont la réunion forme la partie de la plante connue sous le nom de tige.

Le développement d'une Cryptogame terrestre se produit par le même processus et celui des Monocotylédones procède également par formation de phyllorhizes successives.

Chez les Dicotylédones, le massif initial donne naissance à deux premières phyllorhizes qui ne sont séparées ni dans le temps ni dans l'espace, c'est-à-dire qui naissent simultanément au même niveau, de part et d'autre du massif initial, de sorte que celui-ci occupe dès le début une position centrale ; il est situé sur le prolongement des caules fusionnées dans leur longueur, entre les deux premières feuilles ou cotylédons ; les caules fusionnées et allongées forment la tige, ou axe hypocotylé, qui est prolongée inférieurement par une racine unique, commune aux deux premières phyllorhizes. A un deuxième stade, le massif initial donne naissance à deux nouvelles phyllorhizes simultanées et disposées en croix avec les premières : leurs parties terminales constituent la deuxième paire de feuilles, leurs caules fusionnées soulèvent le massif initial et forment le prolongement de la tige constituée par la fusion de deux premières caules. Les phyllorhizes suivantes apparaissent de la même manière et, par suite de l'accélération basifuge, se rapprochent progressivement dans le temps et dans l'espace.

Chez les Gymnospermes le massif initial donne souvent plusieurs phyllorhizes simultanées et le développement se poursuit comme chez les Dicotylédones.

De ces descriptions ressort l'unité de plan morphologique dans la constitution des plantes vasculaires, ainsi que la dépendance de la tige qui ne nous apparaît plus comme un membre autonome, ayant son origine propre, mais représente seulement l'ensemble des caules.

L'étude de l'appareil vasculaire au cours du développement de la plante vient confirmer et préciser les résultats fournis par l'étude externe des plantules. Chaque phyllorhize possède un système vasculaire élémentaire lui appartenant en propre et comprenant une partie phyllaire et une partie radiculaire situées sur le prolongement l'une de l'autre. Lorsque les phyllorhizes sont successives (Cryptogames et Monocotylédones), la base du faisceau phyllaire de chaque phyllorhize est réunie à la base du faisceau phyllaire de la phyllorhize précédente par un faisceau dont les éléments appartiennent à l'une et à l'autre des deux caules successives et qui, pour cette raison, reçoit le nom de *faisceau intercaulaire*. L'appareil conducteur de la tige, ou ensemble des caules, est donc constitué, d'une part par la partie inférieure des faisceaux phyllaires, d'autre part, par les faisceaux intercaulaires.

Chez les Dicotylédones et les Gymnospermes, chacune des premières phyllorhizes fusionnées possède également un système vasculaire élémentaire constitué par une partie phyllaire et une partie radiculaire situées dans le prolongement l'une de l'autre. Au deuxième stade, le bourgeon terminal donne naissance à de nouvelles phyllorhizes également simultanées, et le système vasculaire élémentaire de chacune des phylles est continué par des éléments conducteurs développés aux dépens des caules précédentes d'une part, de la racine d'autre part. Le système conducteur de chaque phyllorhize comprendra donc désormais un faisceau phyllaire, un faisceau intercaulaire, et un faisceau radiculaire. Ici encore, l'appareil conducteur de la tige, ou ensemble des caules, est constitué par la partie inférieure des faisceaux phyllaires, et par les faisceaux intercaulaires. A mesure que se forment de nouvelles phyllorhizes, des éléments vasculaires correspondant à chacune d'elles se différencient jusque dans la racine commune : il en résulte que la base de la tige est parcourue par l'ensemble des faisceaux intercaulaires,

et que c'est à sa base que la tige présente sa plus grande épaisseur. Il n'en est pas de même chez les Cryptogames dont la tige est constituée à sa base par la portion basilaire d'une seule phyllorhize et chez lesquelles ce n'est que dans la suite du développement que plusieurs phyllorhizes prennent naissance presque simultanément en fusionnant leurs caules : ici le diamètre de la tige est plus grand au sommet qu'à la base.

Le mémoire de M. Chauveaud nous conduit également à envisager la racine à un point de vue qui avait été inaperçu jusqu'ici. En effet, il n'est plus possible d'accorder la même valeur au terme de racine suivant qu'il s'agit de la partie radiculaire d'une phyllorhize de Cryptogame ou de celle d'une Dicotylédone : dans le premier cas, la racine correspond à la partie phyllaire d'une phyllorhize et son accroissement est limité ; dans le second, elle correspond à l'ensemble des phylles et son accroissement est illimité.

II. Le Convergent, unité vasculaire.

L'unité fondamentale du système conducteur est définie par Chauveaud sous le nom de *convergent*. Dans une plantule de Dicotylédone au premier stade de son développement, une coupe au voisinage du sommet des caules montre dans chacune d'elles un faisceau vasculaire à différenciation centripète alternant avec deux demi-faisceaux criblés. Chacun de ces groupements constitue un convergent. En descendant vers la racine, on voit chacun des deux demi-faisceaux criblés se rapprocher du demi-faisceau criblé de l'autre convergent qui lui correspond et s'unir à lui de façon à constituer un arc criblé unique à égale distance des faisceaux vasculaires. Ceux-ci se rapprochent également et différencient de nouveaux vaisseaux dans le sens centripète de manière à se rejoindre au centre de l'espace qui les séparait primitivement et à former une bande vasculaire comprise entre les deux arcs criblés. A partir de la base des caules et dans toute la racine, les deux convergents demeurent unis l'un à l'autre. Il semble, d'ailleurs, qu'il n'en ait pas toujours été ainsi et que le système conducteur des Dicotylédones ait été formé primitivement de deux convergents complètement séparés.

Le convergent se retrouve également dans la racine et dans la partie phyllaire des Cryptogames ; il représente l'unité élémentaire des formes les plus compliquées de l'appareil vasculaire. D'autre part, la constitution la plus primitive que l'on observe dans les racines actuellement vivantes comprend un seul faisceau vasculaire centripète alternant soit avec un, soit avec deux faisceaux criblés. Il y a là une différence entre le convergent des Cryptogames et celui des Phanérogames : l'étude des premiers éléments conducteurs montre que le convergent des Cryptogames est asymétrique : un faisceau vasculaire alterne avec un seul faisceau criblé ; celui des Phanérogames est symétrique : un faisceau vasculaire alterne avec deux demi-faisceaux criblés.

Le convergent évolue : comme nous venons de le voir, pendant la première phase de son évolution le faisceau vasculaire se différencie dans le sens centripète ; dans la phase finale, la différenciation se poursuit en direction centrifuge. Cette différenciation centrifuge est très limitée chez les Cryptogames et les Monocotylédones qui ne produisent que peu ou pas de formations secondaires ; ce sont les plantes à rhizes distinctes et multiples, alimentant une seule phylle ou un nombre limité de phylles. Chez les Dicotylédones et les Gymnospermes, la différenciation centrifuge peut se poursuivre indéfiniment grâce aux formations secondaires. Dans ces plantes, la racine subvient aux besoins de toutes les phylles et comprend des formations vasculaires correspondant à chacune d'elles: elle n'est plus opposable à une feuille, mais à la tige, c'est-à-dire à l'ensemble des caules.

Dans la phylle des Cryptogames actuelles, l'évolution vasculaire ne dépasse guère la phase caractérisée par la formation du convergent, mais la tige de certaines Cryptogames fossiles montre l'évolution complète avec formations secondaires. La tige des *Sphenophyllum* présente une disposition identique à celle que l'on peut observer chez les Phanérogames actuelles, par exemple dans les premières caules du *Cryptomeria japonica*. Les anatomistes précédents, en présence de tiges fossiles montrant la coexistence des éléments vasculaires centripètes et centrifuges, avaient cru devoir distinguer un autre type de structure : la structure diploxylée. On voit maintenant que cette distinction est au moins inutile : toutes les racines des plantes actuelles dans lesquelles se produisent des formations secondaires présentent la structure diploxylée.

Dans la phylle des Phanérogames, l'évolution du convergent subit une accélération basifuge qui réduit les éléments de la première phase et fait apparaître plus rapidement ceux de la dernière à mesure qu'on s'éloigne de la racine pour remonter vers le sommet de la phylle. A partir d'un certain niveau, les vaisseaux centripètes ne sont plus représentés ; le premier vaisseau qui apparaît est situé profondément et les suivants se différencient dans le sens centrifuge, en superposition avec un arc criblé unique qui résulte de la fusion de deux demi-faisceaux criblés. Dans les phyllorhizes suivantes, cette dis-

position est réalisée dès la base de la phylle. Au contraire, l'accélération basifuge se manifeste très peu dans la racine. Celle-ci a conservé la disposition ancestrale du convergent, et c'est faute d'avoir connu l'accélération basifuge que les anatomistes précédents ont commis l'erreur de rechercher dans la feuille et dans la tige des Phanérogames une structure primitive et de vouloir, à l'aide de cette structure, expliquer celle de la racine. Même si l'on admet que la feuille représente la partie la plus ancienne des plantes vasculaires, la connaissance de l'accélération basifuge nous permet de comprendre comment cette partie primitive de la plante ne présente plus la disposition vasculaire primitive, alors que celle-ci a été conservée dans une partie plus récente telle que la racine.

Cette étude rapide, et forcément incomplète, montre néanmoins toute l'importance des résultats exposés dans les travaux de Chauveaud. Dans ces travaux nourris de faits observés avec la plus rigoureuse et la plus scrupuleuse précision, l'hypothèse et la théorie ne jouent aucun rôle. Là où l'on s'ingéniait à décrire les types morphologiques et structuraux les plus divers, où l'on s'attachait à opposer les uns aux autres les membres de la plante, nous voyons maintenant les faits découler les uns des autres et s'enchaîner dans une évolution harmonieuse depuis les formes fossiles jusqu'aux plantes actuelles.

André Dauphiné.
Docteur ès-Sciences
Préparateur à la Sorbonne.

REVUE INDUSTRIELLE

L'AUTOMOBILE ÉLECTRIQUE

Pratiquement disparues de France dès avant la guerre, les automobiles électriques — c'est-à-dire celles où le moteur est une dynamo qu'actionnent des accumulateurs transportés sur le chassis — ont pris un développement assez considérable aux Etats-Unis. Une quinzaine de maisons les construisent, et d'importantes compagnies ne cessent d'augmenter le nombre de leurs véhicules électriques. Pour ces raisons, il nous a paru utile d'indiquer l'état de cette question à l'heure actuelle. Peut-être trouvera-t-on certaines affirmations exagérées, certaines conclusions trop optimistes. Malgré tout, le fait que d'importantes maisons, uniquement occupées de transports, font continuellement de nouvelles commandes, amène à penser qu'elles y trouvent leur avantage.

I

On étonnerait beaucoup l'acheteur d'une Citroën de série, ou l'acquéreur d'une somptueuse Rolls-Royce, en leur disant que l'on peut transformer leur voiture à essence en automobile électrique *par de simples modifications à certaines pièces et par la suppression de presque tout le mécanisme.* Telle est pourtant la vérité : enlevons le moteur à explosion, avec ses pistons, ses soupapes, ses bougies, etc. ; supprimons le carburateur, le réservoir à essence, le ventilateur, les diverses pompes, le radiateur, le changement de vitesse, le cardan ; ne laissons subsister que le démarreur, comprenant un tableau, une batterie d'accumulateurs et une dynamo : nous aurons les organes essentiels de l'automobile électrique.

Voyons les particularités de chacun de ces organes dans la voiture électrique :

1) *Accumulateurs.* — Les accumulateurs, même à poste fixe, ont, pendant longtemps, fait le désespoir de tous ceux qui avaient recours à leurs services. A plus forte raison quand ils sont soumis aux trépidations de la route. La nécessité d'augmenter la capacité massique oblige à employer les plaques à oxydes rapportés, dans lesquelles une grille de plomb emprisonne la matière active. Malheureusement, les charges et décharges de l'accumulateur provoquent des variations successives dans le volume de la matière. Ces variations entraînent à leur tour le gauchissement des plaques ; les pastilles d'oxyde se fendillent et finalement se détachent de l'armature. D'où la production de courts-circuits intérieurs, dont le moindre défaut est d'entraîner la décharge de l'accumulateur et la « sulfatation » consécutive, c'est-à-dire la transformation des oxydes en sulfate de plomb inactif. Si tel est le cas pour les accumulateurs fixes, on conçoit, à plus forte raison, que les plaques à oxydes rapportés ne pouvaient avoir sur les automobiles qu'une vie très brève.

C'est un Français, Philippart, qui, en 1900, imagina d'utiliser la grille de plomb, uniquement comme conducteur du courant ; autour de chaque barreau, les matières actives forment une gaîne et sont elles-mêmes retenues par un mince cylindre d'ébonite portant un très grand nombre de petites fentes assez fines pour arrêter toute chute d'oxyde et permettant cependant à l'électrolyte d'arriver librement aux matières. Ce genre de batteries a une capacité moyenne de 20 watt-

heures par kilogramme (1), comparable, par suite, à celle des bonnes batteries fixes. Il est assez répandu.

L'accumulateur au plomb a le grave défaut d'exiger, comme électrolyte, de l'acide sulfurique à 22° Baumé, lequel oblige à utiliser, comme bacs légers, des récipients fragiles en verre, ébonite ou celluloïd. Un gros progrès a été apporté par l'accumulateur fer-nickel d'Edison, dans lequel, comme on sait, la matière active, contenue dans des enveloppes en fer nickelé et perforé, se compose, au pôle positif, de peroxyde de nickel et, au pôle négatif, de fer finement divisé. L'électrolyte est de la potasse caustique en solution, ce qui permet de placer les plaques dans des armatures et des vases en acier plaqué de nickel.

Les avantages de cette batterie sont nombreux : possibilité de pousser, sans danger pour l'accumulateur, la décharge à fond, ou de pratiquer un court-circuit ; suppression du vase fragile ; en cas de rupture, pas de métaux attaqués par le liquide répandu ; plus grande capacité massique (30 wattheure environ par kilogramme de batterie). Il convient d'ajouter d'ailleurs que la capacité *pour un encombrement donné* est légèrement supérieure dans l'accumulateur au plomb, qui a l'appréciable avantage de coûter moins cher. Bref, chaque type a ses partisans.

2) *Moteurs.* — Ils sont du type à excitation série, permettant par suite un gros effort au démarrage mais interdisant par contre de *forcer* la vitesse. *Une automobile électrique, tout comme une locomotive électrique, est construite pour une vitesse donnée qu'elle ne saurait dépasser.* C'est un inconvénient en matière de chemins de fer, où il y a souvent lieu de rattraper des retards. En matière automobile, c'est peut-être un avantage, car l'excès de vitesse use les routes et c'est le moindre de ses méfaits. Pour éviter l'introduction de la poussière, les moteurs sont du type « hermétique ». Les figures 93 et 94 donnent les coupes et la vue extérieure d'un de ces moteurs à 4 pôles, fonctionnant normalement sous 85 volts, 40 ampères

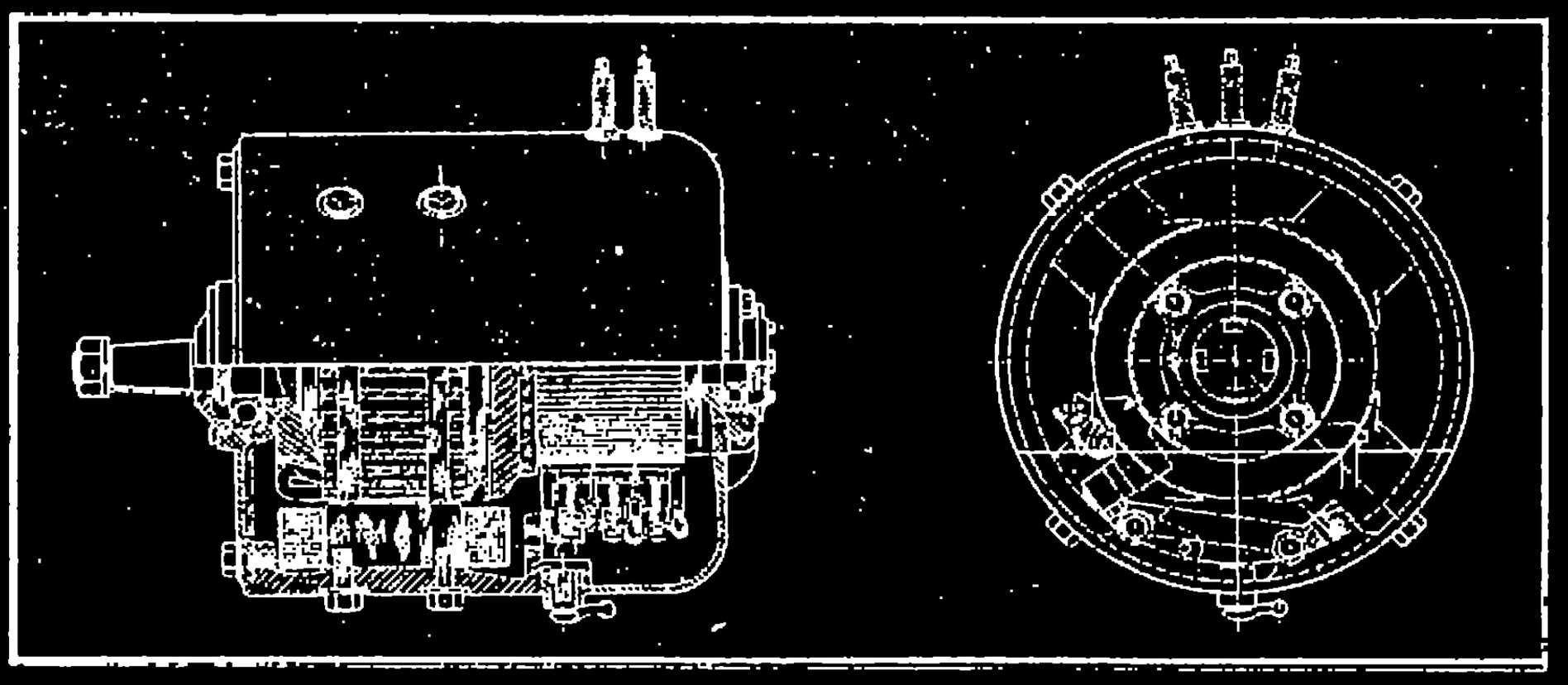


Fig. 93

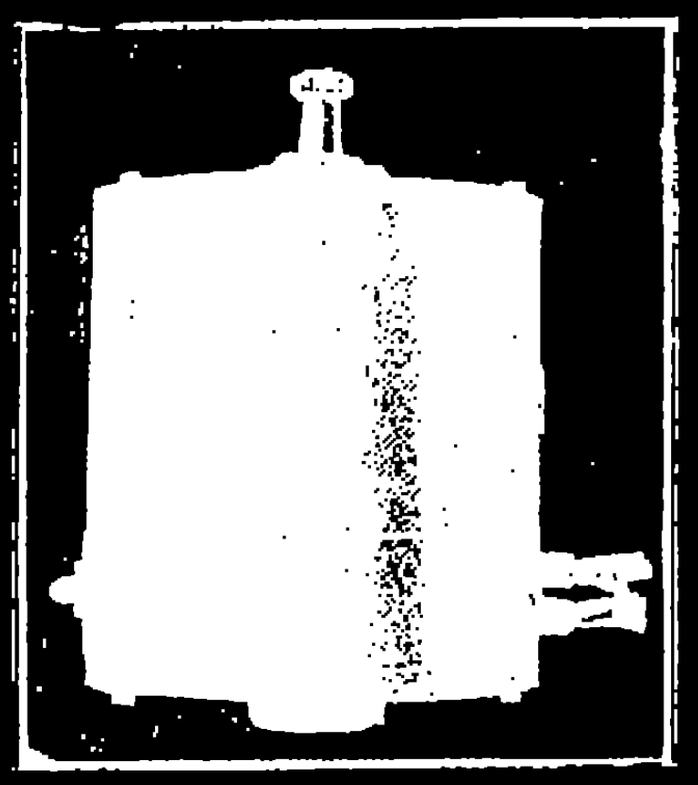


Fig. 94

et pouvant, pendant une heure, supporter un courant double sans échauffement anormal. On remarquera la culasse, très « mécanique », formée d'un anneau d'acier où sont boulonnés les noyaux polaires.

(1) De « batterie » et non de « plaque » ; le poids des vases et de l'électrolyte étant de l'ordre du poids des plaques, cette restriction n'est pas inutile.

3) *Régulation.* — Dans les moteurs électriques, la régulation de la vitesse s'obtient, comme on sait, par insertion de résistances sur l'induit et

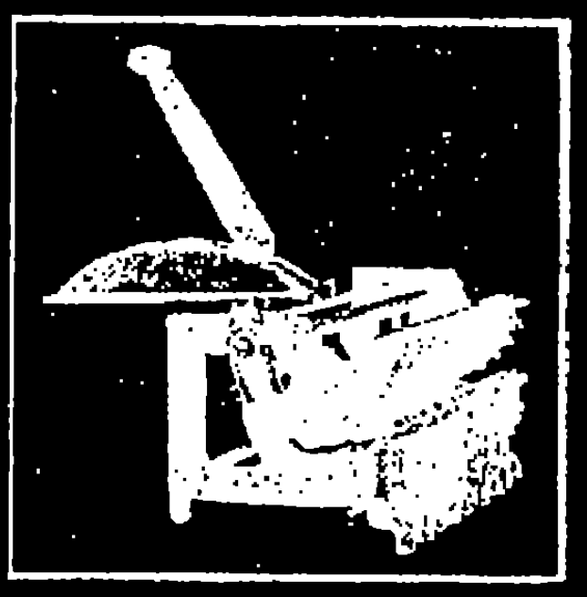


Fig. 95

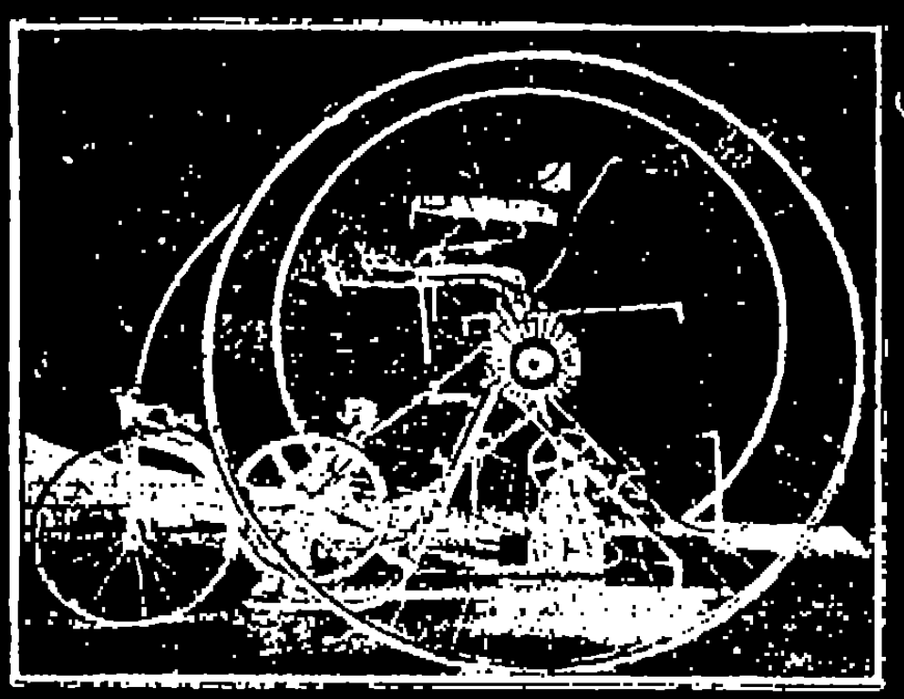


Fig. 96

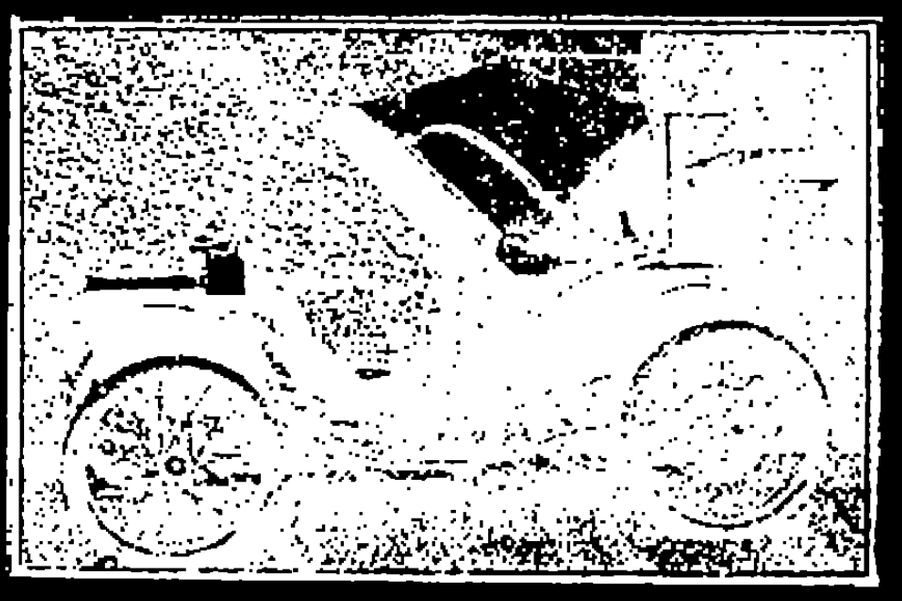


Fig. 97

sur l'inducteur. Cette insertion se fait au moyen d'un « controller », constitué par un cylindre tournant, qui porte des doigts de cuivre, lesquels peuvent appuyer sur deux ou plusieurs touches fixes. Entre ces touches sont insérées des résistances, de sorte que si un doigt appuie sur deux touches à la fois, la résistance intermédiaire est mise en court-circuit.

Dans les automobiles à essence, le changement de vitesse se fait par l'action d'un levier qui a

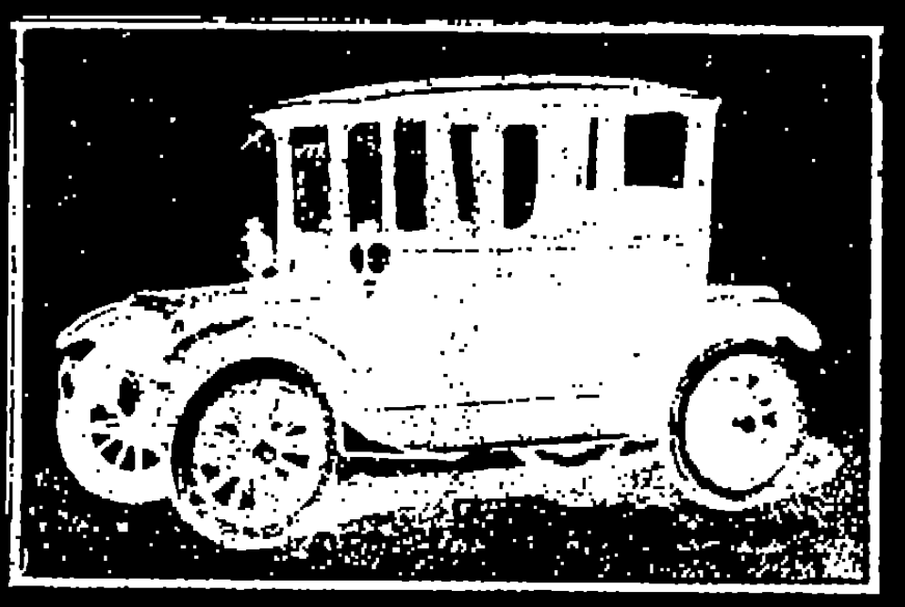


Fig. 98

un déplacement angulaire assez faible. Pour ne pas changer les habitudes des conducteurs, on a adopté le même dispositif sur les voitures électriques. La fig. 95 donne l'aspect d'un de ces controllers (extrait de son carter), avec le levier de manœuvre.

Les autres parties de la voiture n'ont rien de spécial : on peut, sur les figures ci-jointes, suivre l'évolution de l'automobile électrique, dont les formes extérieures ont toujours étroitement suivi les lignes alors en faveur. La voiture (?) de Kimball (fig. 96), construite en 1888, date de l'époque héroïque du cyclisme. Elle était actionnée par des piles. En 1899, c'est la victoria de la fig. 97, à laquelle il ne manque vraiment que... des chevaux, pour avoir l'aspect d'un splendide fiacre. Et maintenant c'est la conduite intérieure de la fig. 98, ou le camion de livraison de la fig. 99.

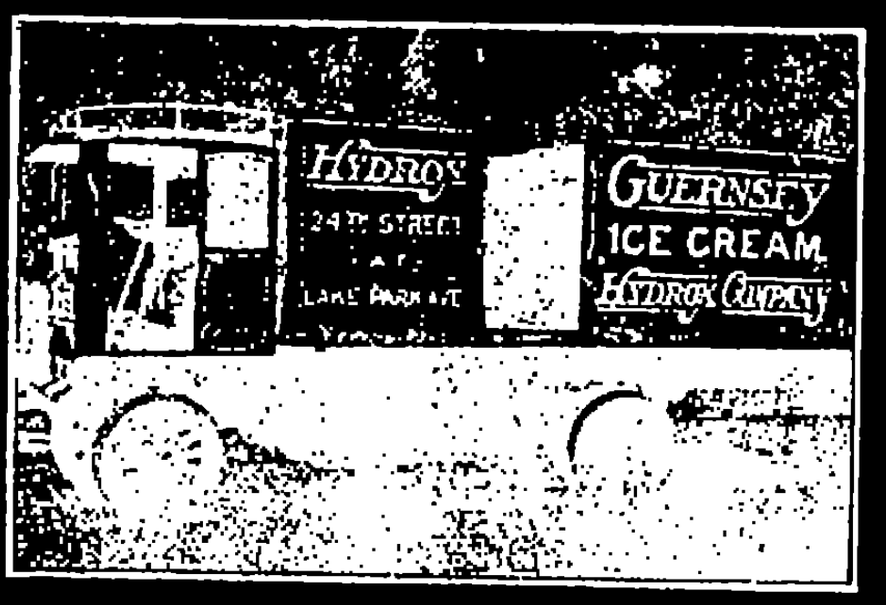


Fig. 99

II

Les avantages de l'automobile électrique doivent être nombreux, pour que ces véhicules soient en faveur dans un pays où l'essence est bon marché. Il est vrai que l'électricité n'y est pas chère non plus. Toutefois comme le carburant ne représente qu'une part relativement faible dans le prix de revient kilométrique, on doit chercher d'autres raisons à ce succès.

Selon les partisans de la voiture électrique, celle-ci est économique parce que :

1° Les vibrations continuelles du moteur à essence fatiguent le chassis plus évidemment que ne le fait une dynamo en rotation sous l'influence d'un couple constant.

2° En raison du remplacement de la boîte à quatre vitesses par une régulation électrique, les démarrages sont plus progressifs ;

3° Les dépenses de graissage sont négligeables ; on ne voit plus des moteurs tournant à vide pendant des arrêts prolongés ; donc économie de carburant et de lubréfiant ;

4° Enfin, et surtout, l'impossibilité de dépasser la vitesse pour laquelle la voiture est construite exerce une influence considérable sur les dépenses de pneumatiques et d'entretien, lesquelles n'atteignent pas la moitié des dépenses correspondantes de la voiture à pétrole.

En revanche, le rayon d'action d'une voiture électrique est limité par la capacité de la batterie à une vingtaine de kilomètres autour des stations de recharge : le grand tourisme lui est donc interdit ; c'est donc comme voiture de ville et surtout comme camion de livraison qu'elle paraît pouvoir se développer. Aux Etats-Unis, on compte actuellement près de 40.000 voitures électriques, dont, pour New-York 15.000 (contre 58.000 à essence). Dans cette dernière ville, 30 millions de kilowatt-heures sont vendus annuellement par les stations de recharge d'accumulateurs, lesquelles constituent un client apprécié des secteurs, en raison du fait qu'elles peuvent utiliser le courant de nuit où des heures « creuses ».

Il peut paraître étrange que l'automobile électrique ait disparu de France, pays pauvre en combustibles, alors qu'elle se développe en Amérique, pays pourtant riche en essence (1). Il faut, croyons-nous, chercher cela dans une différence de mentalité : l'Américain admet fort bien que la partie la plus coûteuse d'un véhicule électrique, la batterie d'accumulateurs, doive être remplacée tous les trois ans. En d'autres termes, il est arrivé à considérer l'accumulateur comme « une chaudière où l'on brûle du plomb ». Il n'élimine donc pas, par principe, tout un système de voitures, à cause d'une défectuosité que le travail des constructeurs a déjà bien diminuée, depuis les temps héroïques où une batterie bien soignée périssait sur les voitures en moins d'un an. Or, de nouveaux progrès dans cette voie sont encore possibles : l'accumulateur fer-nickel, en service journalier sur véhicules, atteint et dépasse déjà six ans. Son inventeur, Edison, entrevoit même le jour où le moteur à essence, banni des villes, sera réservé aux transports à grandes distances, laissant la place libre à la voiture électrique dans tous les services de transports urbains.

A. Foch,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites, nous avons appris que la construction des camions électriques a repris en France.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Le Père Mersenne et Galilée. — Depuis Lagrange et son magistral exposé des origines de la mécanique rationnelle, il est d'usage d'attribuer à Galilée la découverte des fondements de cette mécanique : principe d'inertie, principe des vitesses virtuelles et, surtout, notion de *force*, proportionnelle à l'accélération. L'éminent professeur viennois E. Mach se rallie à peu près à cette manière de voir, et la science la plus récente appelle, comme on sait, champ galiléen le domaine où règnent les lois de la dynamique classique. Cependant certains historiens érudits ont cru devoir réagir contre l'opinion courante .E. Wohlwill et P. Duhem, notamment, ont cherché à montrer, par de minutieuses études de textes, que l'énoncé général du principe d'inertie et la notion même d'*inertie* ne se trouvent pas chez Galilée. Duhem ajoute que Galilée n'applique pas le principe des vitesses virtuelles autrement que ne l'ont fait les mécaniciens du moyen âge et que sa notion de force est encore très voisine de celle d'Aristote.

Il est incontestable qu'on s'est fait longtemps une idée inexacte de l'œuvre de Galilée parce qu'on l'a considérée isolément au lieu de la replacer à son époque. Mais, de cette remarque juste, il semble que Duhem ait tiré des conséquences exagérées en attribuant aux savants du XIII^e^ et du XIV^e^ siècle presque toutes les idées originales, presque toutes les pensées fécondes, dont on faisait gloire à l'illustre Toscan.

Telle est la conclusion qui se dégage d'une fort

intéressante étude dans laquelle, pour connaître l'impression que l'œuvre de Galilée a faite sur les hommes de science de son époque, M. P. Boutroux (*Scientia*, avril-mai 1922) analyse les nombreuses publications que le Père Mersenne, savant érudit du XVII^e^ siècle et ami de Descartes, a consacrées à commenter et à répandre l'œuvre de Galilée.

Il n'est pas possible de résumer l'analyse si pénétrante, si documentée que M. Boutroux fait des écrits du Père Mersenne. Indiquons seulement, d'après cette étude, quels sont, parmi les mérites de Galilée, ceux qui semblent avoir plus particulièrement frappé ses contemporains et surtout le public français.

« Pour le grand public, indique M. Boutroux — j'entends pour les milieux cultivés mais non spécialement instruits en mathématiques — Galilée, évidemment, est surtout l'astronome célèbre qui, grâce à sa lunette, a contemplé des mondes inconnus et qui, par la force de ses arguments en faveur du système copernicien, a attiré contre lui les foudres de Rome. C'est comme astronome que Mersenne a surtout vanté Galilée dans les ouvrages de vulgarisation et de critique philosophique qu'il a publiés au début de sa carrière. Et c'est aussi comme astronome qu'il le glorifie dans l'Eloge qu'il fait de lui à l'occasion de sa mort. »

« Par contre il est manifeste que les savants, les mathématiciens — exception faite pour les spécialistes de l'astronomie dont Mersenne n'était pas — admirent par-dessus tout, dans l'œuvre de Galilée, les théories mécaniques qui leur paraissent plus nouvelles, plus originales que tout le reste. De ces mathématiciens (Roberval, Fermat, Gassendi, Frenicle, Le Tenneur, Florimond de Beaune) Mersenne exprime sans doute exactement la pensée, car il se déclare sans cesse d'accord avec eux. Or Mersenne, dans ses écrits proprement scientifiques, se prononce en termes très clairs et catégoriques : ce qui détermine son enthousiasme c'est l'accord que Galilée a su réaliser entre l'expérience et l'expression mathématique des faits mécaniques. »

« Il se peut que la loi de la chute des graves (c'est, de tous les résultats obtenus par Galilée, celui qui retient le plus l'attention) ait été en partie devinée par les philosophes du XIV^e^ siècle, par Buridan ou par Oresme. Mais les théories de Buridan n'étant justifiées par aucune expérience et s'appuyant sur des hypothèses gratuites, s'imposaient si peu aux esprits que les auteurs du XVII^e^ siècle les ont oubliées ou ne les citent que pour mémoire parmi d'autres systèmes hypothétiques. D'autre part, ces théories n'ont point su prendre, comme celles de Galilée, une forme mathématique élégante et précise. »

Et M. Boutroux termine par un parallèle fort remarquable entre les tendances scientifiques de Descartes et de Mersenne :

« Mersenne, comme beaucoup d'autres savants de son temps, aspire à donner à la physique une forme mathématique et il voit en Galilée le premier auteur qui ait réalisé cette aspiration. Vers la même époque, Descartes, lui aussi, s'applique à faire de l'étude des propriétés physiques — toutes réductibles selon lui à des propriétés de l'espace et du temps — une science purement mathématique. Pourtant les deux savants, Mersenne et Descartes, bien qu'on soit accoutumé à associer leurs noms et bien qu'ils poursuivent des buts semblables, ont en réalité des tendances diamétralement opposées. »

« Qu'est-ce, en effet, pour Descartes qu'une physique mathématique ? C'est une physique où tous les phénomènes apparaissent comme des conséquences mathématiquement nécessaires d'un petit nombre de principes simples régissant les figures et les déplacements des corps : principes qui déterminent spécialement dans quels cas les mouvements se conservent dans le temps, dans quels cas au contraire et suivant quelles lois ils se modifient (lois du choc). Ainsi tout ce qui se produit dans la nature dépend, selon Descartes, de lois qui s'expriment en termes mathématiques. C'est là ce que demande la raison et, du moment qu'il en est bien ainsi, la raison est satisfaite. Mais suit-il de là que les phénomènes — j'entends ceux qu'il nous est donné d'observer — aient eux-mêmes une loi, une formule mathématique simple ? Nullement : car ces phénomènes sont, en général, extrêmement composés; ils sont le résultat d'une quantité prodigieuse de mouvements enchevêtrés; il n'y a donc aucune raison pour qu'ils obéissent à des lois régulières, pour qu'ils jouissent de propriétés pouvant être embrassées dans une figure ou dans une formule mathématique. »

... « Pénétrer à fond et expliquer distinctement les causes, mais renoncer à calculer les effets parce qu'ils sont trop compliqués, telle est la pensée de Descartes. Elle est, comme on le voit, inverse de celle de Mersenne. Le Père Minime, quant à lui, délaisse la rcherche des causes, qu'il croit inaccessibles à l'homme, mais il espère bien rencontrer dans les effets l'application de certaines formules ou figures géométriques remarquables. Pourquoi a-t-il cet espoir ? Il ne saurait, semble-t-il, le justifier que par une croyance instinctive au caractère harmonieux de la nature. Il *faut*, selon Mersenne, que le phénomène de la chute des graves s'exprime en termes mathémathiques élégants. »

« A première vue, l'attitude de Descartes paraît être la plus raisonnable et la plus conforme aux exigences d'un esprit scientifique rigoureux. Aujourd'hui encore — bien que le calcul statistique nous ait appris pourquoi un ensemble de causes complexes peut produire des effets simples — nous sommes enclins à penser qu'il n'y a de loi parfaite que pour les phénomènes élémentaires et non pour ceux — très composés — que nous observons. »

« Et pourtant, à en juger par les résultats, la disposition d'esprit que nous trouvons chez Mersenne et aussi chez beaucoup d'autres et de plus grands savants, semble bien avoir été jusqu'ici la plus heureuse. Après avoir aidé les lecteurs de Galilée à reconnaître que l'étude mathématique des mouvements des graves, ou celle de la résistance des matériaux, est à notre portée, n'est-ce pas cette même tendance, cette même conception de la science, opposée à celle de Descartes, qui triompha avec Newton lorsque le grand savant chercha et obtint une forme mathématique simple du phénomène inexplicable de l'attraction ? Et n'est-ce point encore la même conception qui inspire d'éminents relativistes contemporains lorsque — sans s'expliquer pourquoi — ils déclarent avec Hermann Weyl, que les théories qui rendent compte le plus complètement des phénomènes sont toujours celles qui sont mathématiquement les plus simples, les plus harmonieuses ? C'est là très exactement l'état d'esprit dans lequel se trouvait le Père Mersenne lorsque, entre 1625 et 1645, il méditait l'œuvre de Galilée. »

A. Bc.

Physique

Fils métalliques explosant sous l'action de la décharge. — Lorsqu'on décharge un condensateur de haute tension à travers un fil métallique fin, la volatilisation a lieu avec une rapidité et une violence telles qu'on observe une véritable explosion.

Depuis quelques années, J.-A. Anderson étudie les circonstances de ce phénomène au Mount Wilson Observatory (1). Avec son dispositif comprenant un condensateur de grande capacité chargé à 26.000 volts et une coupure à étincelles, il estime que la volatilisation du fil se produit en moins d'un millionième de seconde. La température calculée d'après l'éclat, en supposant qu'il s'agisse d'un corps noir, atteint une vingtaine de milliers de degrés, c'est-à-dire que l'éclat est environ cent fois plus grand que celui du soleil. Le spectre de l'éclair varie avec la pression initiale de l'enceinte où a lieu l'explosion. Lorsque cette pression est basse, de l'ordre de 2 centimètres, on a le spectre d'émission des éléments du fil. Pour des pressions plus élevées, en particulier pour la pression atmosphérique, on obtient, se détachant sur fond continu, le spectre d'absorption de ces éléments.

Récemment, (2) J.-A. Anderson s'est attaché à déterminer, dans ce dernier cas, la distribution de l'énergie dans le spectre de l'éclair. Pour le fer, depuis l'infra-rouge jusqu'aux environs de $\lambda = 4.300$ la quantité $E\lambda d\lambda$ croit très rapidement. En continuant vers l'ultra-violet, $E\lambda d\lambda$ tend encore à augmenter, bien que les nombreuses raies d'absorption du fer provoquent des oscillations considérables. C'est entre $\lambda = 2.600$ Å et $\lambda = 2.150$ Å que $E\lambda d\lambda$ atteint ses valeurs les plus élevées, pour tomber rapidement de $\lambda = 2.150$ Å à $\lambda = 1.990$ Å, chute qu'il faut peut-être imputer en partie à l'absorption des lentilles et prismes de quartz et celle de l'air.

On a étudié de la sorte, outre le fer, le cuivre, l'argent, l'or, le magnésium, le zinc, le cadmium, l'aluminium, l'étain, le plomb, le tungstène et le nickel. Les spectres de tous ces métaux sont de même intensité générale, la plupart d'entre eux sont plus intenses que celui du fer, dont les raies d'absorption sont particulièrement nombreuses. Le cuivre, l'argent et l'or n'explosent normalement que si l'on prend la précaution de les amalgamer, ce qui ne fait pas d'ailleurs apparaître les raies du mercure.

Le fait qu'une couche de vapeur métallique, de quelques centimètres seulement, donne un spectre continu, est assez surprenant. Pour examiner la transparence des vapeurs à la radiation, l'auteur, sur les suggestions du professeur Henri Norris Russell, a exécuté l'expérience suivante. Le fil explosant est mis en série avec une petite coupure à étincelles, qu'on place successivement devant, puis derrière lui. Par suite de ce montage, l'explosion et l'étincelle sont simultanées. Les fils explosants étaient de fer et les électrodes de l'étincelle, de bronze, afin d'utiliser les lignes brillantes d'émission du zinc dans tout le spectre et celles du cuivre dans l'ultra-violet extrême.

Avec le premier dispositif, les raies du cuivre et celles du zinc se superposent très distinctement au spectre d'absorption régulier du fer; celui-ci, noyé en partie dans le fond continu par la lumière de l'étincelle, étant moins sombre qu'habituellement. Avec le second dispositif, on ne découvre plus aucune trace de zinc ni de cuivre; le spectre du fer est exactement le même, qu'on fasse usage ou non de la coupure à étincelles : la lumière de l'étincelle ne peut donc traverser les vapeurs d'explosion.

Cette expérience montre que les quatre centimètres de vapeur de fer sont parfaitement opaques, sans indiquer toutefois jusqu'à quel point la lumière de l'étincelle est capable de pénétrer la vapeur sans être absorbée. On vérifie seulement que le coefficient d'absorption est important, sans pouvoir le mesurer. D'après d'autres observations, il est probable que deux millimètres d'épaisseur suffiraient déjà à assurer l'opacité.

S. V.

(1) Proc. Nat. Acad. Sc. 6, Astroph, J. 51, 1920.
(2) Proc. Nat. Acad. Sc. Juillet 1922.

Acoustique

La mesure de l'intensité du son. — La mesure en valeur absolue de l'intensité des sons présente, on le conçoit, un grand intérêt à la fois théorique et pratique ; elle constitue, de plus, une opération délicate, vu la petitesse des forces et des quantités d'énergie mises en jeu par les sons même les plus intenses : on peut montrer, par exemple, qu'il faudrait environ dix millions de trompettes jouant simultanément pour émettre une puissance vibratoire d'un cheval-vapeur. Aussi bien n'est-il pas inutile de passer en revue les efforts qui ont été faits dans ce sens par les physiciens et les ingénieurs, et de faire connaissance avec un appareil fort ingénieux et précis actuellement en usage pour mesurer l'intensité sonore. Cet appareil est dû à M. A. Gordon Webster, acousticien bien connu, et qui fit récemment, à la *Royal Institution*, une conférence à ce sujet, à laquelle nous empruntons, outre la description de ses appareils, un certain nombre de renseignements curieux.

Toute mesure implique l'existence d'une unité, souvent matérialisée par un étalon. Avant de prétendre mesurer l'intensité du son, il faut donc au préalable posséder un étalon de son, et il sera indiqué de choisir dans ce but un appareil émettant un son simple, analogue au son du diapason, c'est-à-dire à vibrations sinusoïdales. Ce problème avait déjà reçu diverses solutions, dues à l'ingéniosité de physiciens, parmi lesquels on peut citer les noms par ailleurs bien connus de Ernst Mach, Ludwig Botzmann, A. Zernov, ce dernier élève du célèbre Pierre Lebedeff. Nous verrons plus loin sur quel principe est basé l'étalon sonore de M. Webster.

Si la création d'une source sonore étalon présente des difficultés pratiques, la mesure de l'intensité sonore constitue un problème autrement délicat, car les changements de pression dus au son ou les amplitudes des vibrations sonores par lesquels la mesure peut être faite, sont extrêmement faibles, et des procédés d'une haute sensibilité sont nécessaires pour les mettre en évidence. Ainsi, lorsqu'une personne parle à voix forte dans une salle, les variations de pression en un point de celle-ci ne dépassent pas quelques millionièmes d'atmosphère. Et, il faut ajouter que le manomètre par lequel on prétendrait observer ces variations de pression infimes, outre qu'il devrait être d'une sensibilité environ un million de fois plus grande que celle du

baromètre ordinaire, devrait être aussi capable de suivre les variations de pression très rapides que nous offrent les vibrations sonores, et de les enregis'rer. Ces conditions conduisent, on le conçoit, à d'énormes difficultés mécaniques.

Pourtant, en ce qui concerne un son simple, le problème de la mesure absolue de l'intensité sonore a été traité aussi à plusieurs reprises avec succès, et, parmi les chercheurs qui se sont occupés de la question, il faut citer notamment les nom de Max Wien, Lord Rayleigh et Lebedeff.

En 1890, M. Webster pensa à employer, pour mesurer l'intensité des sons, un diaphragme de papier, protégé d'un côté, et qui pouvait être placé au point où l'intensité sonore devait être mesurée. Pour éviter toute perturbation de l'effet du son sur la membrane, celle-ci, au lieu d'avoir à effectuer quelque travail, comme le fait la membrane du phonographe, qui trace un sillon dans la cire, ou celle du microphone, qui comprime plus ou moins des baguettes de graphite, était au contraire parfaitement libre. Elle portait simplement un petit miroir plan fixé en son centre. Au voisinage immédiat de celui-cl, et parallèlement à lui, se trouvait l'une des faces d'une lentille qui, examinée en lumière monochromatique, donnait lieu à des anneaux de Newton. Mais il n'était pas bien facile de trouver le moyen de déduire l'intensité sonore de l'observation du déplacement des anneaux sous l'effet des vibrations du diaphragme, valeur rapidité. De plus, la lentille, qui devait être très proche du miroir pour produire des anneaux de Newton, risquait de se trouver frappée par le miroir, dans le cas des grandes amplitudes ; enfin l'éclairage monochromatique constituait une autre difficulté. Ainsi, du fait de ces inconvénients, l'appareil ne pouvait servir tel quel, malgré la grande sensibilité de la méthode d'observation.

Par la suite, on a eu l'idée de munir l'appareil d'un interféromètre de Michelson, dans lequel les miroirs sont aussi éloignés qu'on le désire; L'éclairage, en lumière blanche, permettait l'emploi d'une source intense de lumière. On a d'autre part substitué, comme diaphragme, le mica au papier.

On obtient la sensibilité nécessaire à l'étude des sons d'intensité ordinaire, en faisant vibrer la lame de mica devant un résonateur, qui est accordé sur le son à étudier ; ensuite, la période propre de la lame de mica est elle-même rendue voisine de celle du même son. On peut construire un graphique dont l'une des coordonnées correspond à la tension de la lame vibrante, et l'autre au volume du résonateur renforçant le son propre de la lame. On a trouvé, au cours de ces expériences, que la résonance maxima du système, considéré comme un tout, avec un son donné, n'est pas exactement réalisée lorsque les deux organes — lame et résonateur — sont accordés chacun exactement sur ce son. Il est nécessaire que chacun des organes vibrants possède une période propre légèrement différente de celle du son à renforcer, la différence, de même sens pour les deux, étant d'une grandeur qui dépend des coefficients d'amortissement correspondant aux deux degrés de liberté du système couplé qu'ils constituent. La théorie mathématique du phénomène se trouve être du reste précisément celle d'un récepteur de T. S. F. La sensibilité ultime résulte de la petitesse de l'amortissement de la lame vibrante.

L'appareil, construit sur ces données il y a quelques années, était monté sur un lourd support de bronze, et convenablement protégé contre l'accès de tout son étranger. En avant de l'instrument était fixé le résonateur cylindrique réglable et, sur le côté de l'appareil, se trouvait une petite lampe à incandescence à filament rectiligne et horizontal, dont une lentille formait l'image sur le premier miroir de l'interféromètre. Sur ce miroir était mis au point un viseur, sur le réticule duquel se formait l'image du filament, croisée par les franges d'interférence verticales que l'on observe en lumière blanche. L'objectif de l'appareil était porté par un diapason oscillant dans un plan vertical, et à l'unisson du son à étudier. Le mouvement de l'objectif imprimait aux franges un mouvement alternatif vertical qui, combiné avec leur mouvement horizontal provenant des vibrations de la lame de mica, donnait lieu à une figure de franges colorées, en forme d'ellipse. En désaccordant légèrement le diapason, l'ellipse pouvait être réduite à une droite plus ou moins inclinée, et dont l'angle d'inclinaison était lu sur une échelle. L'amplitude de la compression de l'air par le son à étudier était proportionnelle à cette lecture.

Actuellement, on se sert encore de l'interféromètre pour étalonner l'appareil, mais les mesures réelles se font en décelant les mouvements du diaphragme par la torsion imprimée par celui-ci à une mince bande d'acier portant un miroir concave. Une lampe à filament rectiligne vertical est regardée à travers un viseur, sur le réticule duquel le petit miroir projette l'image du filament ; si le grossissement est de 1000 à 1500, la sensibilité est peu différente de celle que fournit l'interféromètre.

Tout d'abord, l'unisson était obtenu par le procédé rudimentaire et discontinu consistant à faire varier la masse du diaphragme au moyen de petits morceaux de cire. Dans le dernier appareil, le diaphragme a été supprimé et remplacé par un disque rigide supporté par trois fils d'acier tendus. Ce disque est en mica ou en aluminium, et il est porté par une petite pièce d'acier munie de trois crampons destinés à tenir les fils. La tension est réglée au moyen de trois chevilles d'acier, les mouvemens de l'une d'elles étant commandés par une vis micrométrique. Ce disque est monté dans le plan de l'orifice circulaire du résonateur cylindrique dans lequel arrivent les ondes sonores à mesurer. Ainsi on réduit fortement l'amortissement et on accroît énormément la sensibilité, qui est alors du même ordre que celle de l'oreille humaine, dans l'intervalle de plusieurs octaves.

Pour produire le son, on a employé un appareil qui se présente, somme toute, comme une forme renversée du phonomètre. Un disque mobile, entraîné au moyen d'électro-aimants par du courant alternatif, est accordé avec le phonomètre. Ses déplacements sont mesurés au moyen d'un puissant microscope, et l'intensité du son émis est connue en valeur absolue.

Au moyen de ces appareils, il est possible de réaliser avec précision toute une série d'expériences acoustiques. Au moyen d'un tube relié au phonomètre, on peut étudier quantitativement les particularités d'un champ sonore déterminé. On peut, d'autre part, s'en

servir pour déterminer rapidement le coefficient de transmission du son à travers divers tissus, diverses parois, le degré d'isolement des cabines téléphoniques, le pouvoir réflecteur de diverses substances, etc. L'instrument est employé notamment par les physiologistes, les ingénieurs, et il peut rendre des services aux navigateurs. Il permet, en particulier, de rechercher la direction d'un signal acoustique émis dans le brouillard. Cet instrument, le phonotrope, consiste, en principe, en deux pavillons égaux, qui conduisent le son aux deux faces opposées du disque du phonomètre. Lorsque le sifflet retentit, la bande de lumière du phonomètre s'étale ; mais, en faisant tourner l'instrument sur lui-même, l'élargissement s'annule lorsque le signal sonore se trouve exactement suivant le plan de symétrie. On peut obtenir par ce moyen, à deux ou trois degrés près, la direction d'une source sonore située à plusieurs milles de distance.

L. Brüninghaus.

Photographie

Ultra-sensibilisation des émulsions. — Malgré la grande sensibilité que les fabricants de plaques photographiques sont parvenus à leur donner, l'insuffisance de l'éclairage ou l'extrême brièveté de la pose conduisent encore parfois à des clichés incomplets. D'autre part, les plaques autochromes, si rapide qu'en soit l'émulsion, ne se prêtent guère à la reproduction des scènes animées, par suite de l'interposition du réseau coloré et du verre jaune compensateur. Aussi a-t-on cherché à accroître encore la sensibilité de ces émulsions, et nous avons jadis décrit la méthode de M. Simmen, qui quintuplait celle des autochromes par immersion dans des solutions très diluées de pinaverdol, de pinacyanol et de pinachrome (1).

Cette méthode était assez compliquée et d'une application un peu délicate. Elle avait été notablement simplifiée par M. Thovert (2) ; mais les résultats ainsi obtenus se trouvent aujourd'hui singulièrement dépassés par la méthode de M. Monpillard, qui arrive à multiplier par 30 le coefficient primitif de sensibilité. Voici le procédé opératoire, d'après le *Bulletin de la Société française de Photographie* :

Solutions mères :

A. Pinaverdol.....	1 gr.
Alcool à 90°.....	1.000 cc.
B. Pinachrome.....	0,05
Alcool à 90°.....	1.000 cc.
C. Pinacyanol.....	0,05
Alcool à 90°.....	1.000 cc.

D. — *Solution de réserve :*

Solution mère A.....	100 cc.
— B.....	100 cc.
— C.....	47 cc.

E. — *Solution sensibilisatrice concentrée :*

Solution de réserve D..	400 cc.
Alcool à 90°.....	600 cc.

F. — *Solution à base de chlorure d'argent spéciale à l'ultrasensibilisation :*

Eau distillée..	92 cc.
Ammoniaque à 22°...	8 cc.
Chlorure d'argent.....	0 gr. 2

G. — *Solution sensibilisatrice prête à l'usage :*

Solution concentrée E..	10 cc.
— spéciale F....	10 cc.
Alcool à 22°,5.....	80 cc.

Un matériel spécial est nécessaire pour mener les opérations avec toute la promptitude possible, car la durée de l'immersion des plaques et surtout leur rapide dessiccation sont des conditions essentielles de réussite. Pour le séchage, il faut une tournette, un centrifugeur actionné soit par un petit moteur électrique, soit par une turbine à eau; il faut aussi un ventilateur électrique envoyant des torrents d'air dans une boîte à chicanes contenant des rainures dans lesquelles seront placées les plaques. Des cuvettes en verre ou en porcelaine, à l'exclusion de toute autre matière, un balance-cuvette et un chronographe compléteront l'installation. La sensibilisation doit s'effectuer dans l'obscurité ; toutefois, comme il importe de distinguer tout au moins le chronographe, on emploiera une lanterne éclairée par une lampe électrique à filament de carbone de 5 bougies, devant laquelle seront interposés trois papiers *Virida* (un jaune et deux verts) et un verre vert cathédrale. La lanterne sera tournée de manière à n'éclairer que la trotteuse du chronographe et à laisser dans l'ombre tout le matériel de sensibilisation.

L'immersion des plaques doit s'effectuer à basse température. Pendant l'été, la cuvette contenant la solution G sera placée dans une cuvette plus grande dans laquelle sera préparé un mélange réfrigérant, par exemple parties égales d'eau et d'azotate d'ammoniaque.

Chaque plaque, préalablement époussetée avec soin, doit séjourner exactement 3 minutes dans le bain G, la cuvette étant régulièrement balancée. On la sort ensuite immédiatement, on la fixe sur la tournette essoreuse, que l'on fait mouvoir pendant une minute environ et on l'enferme dans la boîte du ventilateur. Une plaque autochrome ainsi traitée est sèche au bout de 4 à 5 minutes; les plaques à couches épaisses demandent un peu plus de temps, mais jamais plus d'un quart d'heure.

Ce traitement est compliqué, sans doute, mais il a parmis d'obtenir des diapositifs en couleurs en 1/100 de seconde, avec un objectif ouvert à F : 4. Malheureusement, les plaques autochromes ainsi rendues ultra-sensibles ne se conservent pas : entre la sensibilisation et le développement, un intervalle de 12 heures est une limite qu'il n'est pas prudent de dépasser, bien que l'on ait pu parfois obtenir une bonne image au bout de 43 heures. Le révélateur qui fournit les meilleurs résultats est le bain à la métoquinone, suivant la formule de MM. Lumière, mais en diminuant de moitié la dilution, le développateur devant être deux fois plus concentré que dans le procédé habituel.

L'altération des émulsions pour la photographie en noir est moins rapide que celle des autochromes : on peut approximativement fixer à 36 heures le délai normal de leur conservation. Le mode opératoire est le même, sauf la durée d'immersion qui doit être portée à 5 minutes, en raison de la plus grande épaisseur de la couche de gélatine. Pour la même raison, la dessiccation est plus lente, mais s'achève néanmoins en 10 à 15 minutes au plus. Pour le développement, le mieux est d'employer le métol-hydroqui-

(1) V. *Revue Scientifique*, 25 février 1911.

(2) Cf. E. Coustet, *Traité général de photographie en noir et en couleurs*, p. 384 de la 6e édition (Delagrave, éd.).

none ; on peut en surveiller la marche, en déssensibilisant préalablement dans une solution de phénosafranine.

L'ultra-sensibilisation semble appelée à d'intéressantes applications scientifiques, notamment en astronomie, pour la photographie de planètes ou d'étoiles peu lumineuses, ainsi que pour l'analyse spectrale stellaire. D'autre part, aux reporters et aux amateurs que n'effrayera pas un supplément de travail au laboratoire, la plaque ultrasensibilisée, autochrome ou noire, donnera des résultats inespérés, dans des cas où, par défaut de lumière ou trop grande rapidité du mouvement, l'opération aboutissait à de lamentables échecs.

E. C.

Océanographie

Les causes des courants de la mer. — La recherche des causes des courants de la mer a fait l'objet de nombreuses études, et il semble, d'après plusieurs articles parus récemment, que le sujet ne soit pas encore épuisé.

Les vents. La simple considération d'une carte de courants suffit à montrer qu'il existe, entre eux et les vents qui soufflent à la surface de la mer, une relation étroite. Aussi peut-on considérer les vents comme la cause principale des courants.

Une expérience facile montre qu'un courant d'air à la surface d'un bassin crée un courant superficiel. L'ébranlement se propage de proche en proche : pour remplacer les molécules d'eau chassées par le courant d'air et pour rétablir l'équilibre, il faut, de toute nécessité, que de nouvelles molécules arrivent et créent un courant dit de compensation. Si le courant d'air dure assez longtemps, on observera un courant général dans le bassin. Mais ce courant général, tant à cause de la forme du bassin que des courants de compensation, ne reproduit pas forcément, dans la masse liquide, le courant d'air qui souffle à la surface : il peut, en particulier, y avoir un courant liquide nettement défini, en des endroits où ne souffle pas du tout de courant d'air. Ce n'est donc pas un argument contre l'effet des vents sur les courants océaniques que de constater, comme l'ont fait quelques océanographes, que des courants forts, tels que les courants équatoriaux, existent là où les vents sont faibles et où les calmes se produisent fréquemment.

Une autre preuve de l'influence des vents est la variation des courants dans les régions où les vents éprouvent une variation saisonnière (mousson de l'Inde, du Golfe de Guinée, du Mexique).

Les différences de densité. Les vents sont-ils la seule cause des courants ? Probablement non. La variation de la densité dans les différentes parties de la masse liquide intervient. Lorsque deux colonnes de liquide de densité différente communiquent entre elles, leurs hauteurs respectives sont en raison inverse des densités. Il doit donc y avoir un courant superficiel des eaux légères vers les eaux lourdes, courant compensé, en profondeur, par un courant des eaux lourdes vers les eaux légères.

Une vérification très nette de cette loi se produit dans les détroits, qui mettent en communication des mers secondaires avec une mer principale.

Par le détroit de Gibraltar, les eaux plus légères de l'Atlantique sont en communication avec les eaux plus salées et plus denses de la Méditerranée. On observe en surface un courant, qui porte de l'Atlantique vers la Méditerranée, qui atteint normalement une vitesse de 2 à 3 nœuds, parfois davantage, et qui se fait sentir assez loin sur les côtes d'Espagne et d'Algérie. En profondeur, les eaux lourdes et chaudes de la Méditerranée s'épanchent dans l'Atlantique, qu'elles échauffent jusqu'à une profondeur de 2.000 mètres.

Un effet analogue se produit dans les Dardanelles : les eaux douces, plus légères, de la Mer Noire s'écoulent en surface dans la Méditerranée, donnant lieu à un courant assez fort et à une diminution de la salinité superficielle, tandis qu'en profondeur les eaux de la Méditerranée, reconnaissables à leur forte salure, s'écoulent dans la Mer Noire.

Les différences de densité doivent avoir un effet analogue au large : comme il ne s'agit plus de communication étroite entre deux vastes bassins de densité différentes, mais d'une mer librement ouverte, les courants de densité doivent être faibles.

Les différences de densité donnent lieu à des dénivellations qui ont pu être mises en évidence et qui ne sont pas négligeables. D'après Bouquet de la Grye, la partie centrale de l'Océan Atlantique nord serait 6 mètres plus bas que les bords (*Annales de Physique et Chimie*, 1882). Pour tirer argument de cette dénivellation comme cause des courants, il faudrait connaître exactement la surface d'équilibre de l'océan, en tenant compte de l'attraction des terres. D'ailleurs du moment qu'il existe une dépression au milieu de l'Atlantique, les eaux devraient y affluer et la rotation de la terre, dont il sera question plus loin, imposerait au circuit de l'Atlantique nord un sens inverse du sens réellement observé. La dénivellation signalée ne peut être invoquée que pour expliquer l'accumulation des sargasses au centre du circuit.

C'est dans les courants de densité qu'il faut classer la dérive générale vers le large qu'on observe, par calme, à la lisière des banquises polaires : les eaux, rendues plus légères par la fusion des glaces, sont à un niveau supérieur à celui des eaux du large, et tendent à s'écouler vers le large.

Effet de la rotation de la terre. La rotation de la terre est parfois invoquée comme cause des courants marins (1). Il y a là, à notre avis, une confusion. Le mouvement uniforme de rotation de la terre ne peut pas créer de courant. La rotation de la terre a un effet déviateur sur une particule en mouvement, mais elle ne peut pas mettre en mouvement cette particule par rapport aux particules voisines. Cette déviation se produit vers la droite dans l'hémisphère nord, vers la gauche dans l'hémisphère sud, et elle permet d'expliquer, autant et plus peut-être que la configuration des rivages, le sens général des grands circuits marins, différents dans les deux hémisphères.

J. Rouch.

Statistique

La production du blé. — Pour l'ensemble de 24 pays étrangers, principaux producteurs de blé, la superficie ensemencée est évaluée, pour 1922, à 70.500.000 hectares contre 72.000.000, en 1921. (*Société de Statistique de Paris*).

S. R.

(1) Voir, par exemple, les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, du 16 octobre 1922.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Une centrale thermique américaine. — Dans sa chronique des Etats-Unis, F.-M. Turner (*Chimie et Industrie*, sept. 1922) signale la visite par les Congressistes de l'American Chemical Society de la centrale de Colfax. Cette installation est considérée comme l'usine la plus parfaite du monde entier pour la production de force motrice à partir du charbon. Elle appartient à la Duquesne Light Company et est située à Springdale (Pensylvanie), sur la rivière Allegheny, à 16 milles au nord de Pittsburg. Elle constitue le noyau d'une supercentrale et une partie d'un système de transmission de force. Le choix de l'emplacement de la Colfax Power Station a été déterminé par la proximité de la mine (2 km, 5) et l'approvisionnement illimité de bonne eau de condensation.

L'usine actuelle, modèle d'agencement mécanique, contient deux générateurs à turbines de 80.000 chevaux chacun. La vapeur nécessaire à chacun d'eux est produite dans sept chaudières. La consommation de charbon par unité est d'environ 900 tonnes par jour servant à produire de la vapeur au moyen de 1.665.000 gallons d'eau (6.400.000 litres), avec d'autre part 190.000.000 de gallons d'eau par jour (720.000.000 litres) pour la condensation de la vapeur. L'énergie électrique est produite à 11.000 volts; elle est portée à 66.000 volts et est ainsi distribuée dans toute la région de Pittsburg, suivant le circuit Duquesne qui mesure environ 150 km. Le territoire desservi couvre une superficie de 2.500 km² et est habité par une population de 1.300.000 âmes qui constitue le cœur de Pittsburg industriel. De nombreuses usines de produits chimiques y trouvent commodément le courant électrique et les demandes d'énergie y sont sans cesse croissantes. On envisage l'augmentation de la puissance de la centrale actuelle jusqu'à 480.000 chevaux. La distribution de l'énergie produite se décompose de la manière suivante :

Force motrice : 56 %.
Tramways : 20 %.
Usages commerciaux : 8 %.
Eclairage des rues : 4 %.
Usages domestiques : 4 %.
Usages divers : 8 %.

Il n'est pas inutile de noter que notre centrale de Gennevilliers dépasse dès maintenant cette centrale américaine au point de vue de la puissance, puisqu'elle comprend 5 turboalternateurs de 40.000 kw, fournissant du courant alternatif (50 périodes) sous la tension de 6.000 volts et qu'elle est prévue pour 8 turbo alternateurs de même puissance. Il n'est pas douteux non plus que la perfection de son installation thermique ne la rende comparable à la centrale américaine. On sait avec quel soin on a évité à Gennevilliers les pertes de chaleur. (Voir *Chaleur et Industrie*. Suppl. de mai 1922.) R. G.

Métallurgie

Sur les alliages à très bas point de fusion. — De tels alliages, possédant un point de fusion inférieur à 100°, présentent des applications industrielles importantes : soudures tendres, fabrication de caractères d'imprimerie, soupapes de sûreté pour les chaudières à vapeur, extincteurs d'incendie. Dans ce dernier cas, les canalisations d'eau sont fixées au plafond dans les endroits à protéger et sont munies, de place en place, de bouchons en alliage fusible. M. Lassieur s'est proposé de rechercher un alliage fondant entre 60 et 70°, stable, homogène, sans liquation. (*Bulletin officiel de la direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*, mai 1922.)

Le premier examen a porté sur l'alliage :

Plomb 4, Etain 2, Bismuth 7,5, Cadmium 1,5 préparé avec des métaux purs du commerce. Cet alliage fond à 75°-76°.

D'autres essais ont donné les résultats suivants :

Etain	Plomb	Bismuth	Cadmium	Fusion
2	4	10	1,5	74-75°
4	4	7,5	1,5	75°
2	2	7,5	1,5	très mou à 75°
1	2	4	1	74-75°
2	2	5	2	80°

Tous ces alliages fondent à température trop élevée.

M. Lassieur propose alors l'alliage suivant :

Plomb 4, Cadmium 1,5, Bismuth 7,5, Etain 4, Mercure 2. Cette composition est complètement liquide à 66-67°.

Son aspect, sa dureté sont en tous points comparables à ceux des précédents alliages. Le métal est sensiblement homogène, sa corrosion dans l'eau, même en présence du fer, est peu notable. Cet alliage revenait (aux prix du 14 décembre 1921) à 24 fr. 88 le kilogramme. L'emploi du bismuth (50 fr. 50 le kg) rend cet alliage peu économique et on peut se demander s'il ne serait pas possible de le rendre moins coûteux par le remplacement du bismuth par un autre métal. R. G.

Mines

Le charbon du Chantoung. — L'ancienne possession allemande du Chantoung possède des gisements houillers extrêmement importants.

4 sont déjà en exploitation.

En 1903, les mines de Fangtze ne produisaient que 9.000 tonnes. En reprenant l'exploitation, les Allemands les dotèrent de matériel moderne et y creusèrent de nouveaux puits. En 1913, elles arrivaient à 199.000 tonnes d'un charbon d'excellente qualité.

Quand les Allemands durent évacuer le Chantoung, ils détruisirent tout le matériel et inondèrent les puits. Les Japonais ont réparé le matériel, mais, dans l'impossibilité d'assécher les puits, ils ont dû en forer de nouveaux.

Les mines de Fangtze Est ont fourni 30.000 tonnes en 9120, et celles de Fangtze Ouest 100.000.

Les houillères de Poshan et de Tsuchuan, mises surtout en valeur par les Allemands, donnaient 414.000 tonnes en 1913, le gisement total étant évalué à 800 millions de tonnes. A leur départ, les Allemands noyèrent aussi ces mines, mais les Japonais purent les assécher assez facilement dès l'été de 1915. L'extraction, reprise depuis mai 1916, occupe actuellement 4.000 mineurs chinois et un millier de Japonais. Le tonnage a passé de 450.000 tonnes en 1919 à 510.000 en 1920. Plus de 200.000 tonnes sont exportées annuellement au Japon pour les besoins de la flotte et des navires de commerce.

Les mines de Chung-Hsing, depuis 1880 ont appartenu successivement à une Société anglaise, puis aux Allemands, aux Chinois et aux Japonais. Elles comprennent huit puits, parmi lesquels la mine de Yi-Sheen, qui fournit le meilleur charbon du Chantoung. L'extraction pourrait dépasser 2.000 tonnes par jour ; actuellement, elle n'atteint pas 500 tonnes.

Les mines de Chihsien commencent à peine à être mises en valeur. Elles ne pourront produire utilement qu'en 1923.

C'est avec regret que les Japonais évacuent le Chantoung, dont les houillères leur auraient assuré les bonnes qualités de charbon dont ils ne peuvent se passer, et qui ne se trouvent pas dans leur archipel.

Dp.

Œnologie

L'analyse dite « commerciale » des vins. — Depuis la loi de 1905 sur la répression des fraudes alimentaires et les nombreux réglements que l'ont complétée, depuis surtout le décret du 21 août 1921, tous ceux qui s'occupent des vins sont tenus de connaître exactement la composition, du moins élémentaire, des marchandises faisant l'objet de leurs transactions. (M. Ph. Malvezin. *Bull. de la Soc. de Chimie indust.*)

Beaucoup de viticulteurs et surtout beaucoup de négociants s'imaginent encore qu'ils ne sont pas responsables de la constitution des produits qu'ils mettent en vente; c'est là une grave erreur contre laquelle il convient de les mettre en garde.

Non seulement la vente d'une denrée alimentaire adultérée, corrompue ou altérée constitue une tromperie, mais le plus souvent la consommation de ces substances est dangereuse pour la santé, et à ce double point de vue le législateur est tout à fait justifié à exercer ses rigueurs contre les fraudeurs.

Personnellement, l'auteur considère que celui qui vend ou met en vente une marchandise quelconque sans en connaitre l'origine et la constitution, commet *un abus de confiance* vis-à-vis de l'acheteur, lequel met sa confiance dans les aptitudes professionnelles et dans la loyauté de son vendeur.

En matière d'œnologie, le simple examen organoleptique (observation, dégustation) ne suffit pas à s'assurer de la qualité ni des aptitudes à la conservation des produits. De plus, en dehors de certaines fraudes fréquentes, comme le mouillage, que l'analyse seule est capable de révéler, la législation a strictement limité la teneur en un certain nombre de substances que les vins peuvent présenter pour être légaux, par exemple l'acidité volatile et l'anhydride sulfureux.

Viticulteurs et négociants sont donc amenés à faire, ou à faire exécuter par des œnologues, des analyses leur donnant toute certitude sur la valeur marchande et même sur l'avenir de leurs vins. Le viticulteur, lui, doit suivre la préparation, puis le développement de son produit, par des analyses fréquentes et assez complètes, jusqu'au moment de la vente.

Quant au négociant, son devoir le plus élémentaire est de procéder à deux analyses : l'une, au moment de l'achat à la propriété, la seconde à l'arrivée de ses achats dans ses caves ; c'est cette *analyse d'agréage* dont l'auteur préconise la généralisation et qu'il estime devoir *être rendue obligatoire.*

L'objection la plus sérieuse est le *temps* nécessaire à ce travail; or, ce temps peut être très court, si on sait se contenter des observations et dosages essentiels et si on applique des méthodes analytiques rapides quoique donnant des garanties suffisantes.

L'auteur considère qu'un examen, comprenant :

Dégustation ;

Dosage d'alcool par distillation ;
— de l'acidité totale ;
— — volatile ;
— — fixe ;
— de l'extrait-sec densimétrique ;
— du sucre réducteur ;
— de l'anhydride sulfureux libre et total ;

Recherche du sulfate de potasse ;
— du mouillage (Halphen) ;
— du vinage ;

Examen du sédiment après centrifugation;

l'auteur considère qu'un tel examen peut être pratiqué très consciencieusement par un homme du métier *en trois heures* au maximum.

L'essentiel pour obtenir ce résultat, est d'abandonner les méthodes dites officielles, notamment pour doser les acidités fixe et volatile.

On peut appliquer avantageusement la méthode Roos et Mestrezat, celle de M. Mathieu, ou, enfin, celle qu'a indiquée l'auteur.

C'est l'ensemble de ces quelques dosages, très suffisants en pratique et par des méthodes simplifiées quoique exactes, qui constitue l'*analyse commerciale des vins.*

L'auteur indique comme méthode de dosage de l'alcool la distillation, parce que, tout bien considéré, en opérant sur 100 ou même 200 cm3, ce dosage n'est pas très long et, au fond, prête à moins d'erreurs que la méthode ébullioscopique ; toutefois, les bons ébullioscopes sont loin d'être sans intérêt.

Il termine cet exposé en émettant le vœu que *soit rendue obligatoire, pour les négociants en vins, l'analyse sommaire d'agréage à l'arrivage de la marchandise dans leurs chais* ce qui jugulera la fraude et contribuera à alléger le marché de produits de mauvaise qualité, tout en sauvegardant la santé du consommateur.

Il signale aussi le puissant intérêt qu'il y aurait à exercer une surveillance stricte, voire même sévère, sur les vins mis en vente par certaines grandes firmes commerciales à multiples dépôts, lesquels mettent fréquemment en vente des produits plus que douteux.

L. Fr.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. C. Bigourdan, membre de la section d'astronomie, a été élu vice-président de l'Académie pour l'année 1923. Il occupera ainsi le fauteuil présidentiel dans le courant de l'année 1924.

— Dans la séance du 4 décembre, la section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de M. Charles Richet, remplaçant le doyen absent, avait présenté la liste suivante des candidats au siège vacant par le décès de M. A. Laveran. 1re ligne, M. Anatole Chauffard, 2e ligne, ex-œquo, MM. Albert Calmette et Hyacinthe Vincent. Dans la séance du 11, M. Vincent a été élu au premier tour, par 41 voix sur 62 votants. Les études

de bactériologie du professeur Vincent sont aujourd'hui classiques et on connaît, en outre, l'importance de ses travaux sur la sérothérapie de la fièvre typhoïde, qui a sauvé, au cours de la guerre, d'innombrables existences.

— M. Pottevin a été présenté en première ligne par l'Académie pour la chaire d'hygiène industrielle du Conservatoire des Arts et Métiers ; M. Blondel a été présenté en 2e ligne et M. Razous en 3e ligne.

— MM. Appell et Guignard sont nommés membres des Commissions administratives pour 1923.

— Dans la séance solennelle du 18 décembre, le président, M. Bertin, a rappelé la mémoire des membres décédés depuis l'année dernière. M. le Secrétaire perpétuel Emile Picard a lu la liste des prix décernés et des subventions accordées. Enfin M. le Secrétaire perpétuel A. Lacroix a prononcé l'éloge académique d'Alfred Grandidier. Il a mis en relief, avec autorité et éloquence, l'œuvre magnifique du grand explorateur et de l'historien de Madagascar.

Académie de médecine. — Dans la séance du 5 décembre, l'Académie a élu comme membres correspondants de la section de chirurgie les professeurs Chavannaz (Bordeaux), Gaudin (Lille), Boquel (Angers).

— Dans la séance du 12 décembre, M. le Président Béhal a lu la liste des prix décernés en 1922 ; cette lecture aurait dû avoir lieu dans une séance solennelle ; mais celle-ci est, cette année, entièrement réservée à la commémoration du centenaire de Pasteur.

Bibliothèque Nationale. — M. Léon Barbé, à l'occasion de la discussion du budget, a attiré l'attention du Parlement sur le fait que la Bibliothèque nationale était dépourvue d'éclairage. Or il n'en est pas ainsi dans les bibliothèques similaires de l'étranger qui ne ferment pas leurs portes à la nuit, ne serait-ce que pour admettre le public dans la salle spéciale des publications périodiques.

Institut d'hydrologie et de climatologie. — M. Lepape, chef des travaux de recherches physico-chimiques à l'Institut d'hydrologie, a reçu, du service des eaux minérales de l'Académie de médecine, la médaille d'or et le montant du prix Capuron (1.800 francs).

— Pour l'année 1922-23, les laboratoires suivants sont ouverts aux savants et aux travailleurs en vue de recherches et de travaux de thèses.

RECHERCHES. — *Laboratoire de physique hydrologique et climatique.*

Laboratoire d'hygiène hydrologique et climatique (Collège de France) MM. D'Arsonval et Bordas assistés de MM. Touplain et Pellat, chefs de laboratoire.

Laboratoire de chimie physique hydrologique et climatique, (Collège de France). M. Moureu assisté de M. Lepape, chef de laboratoire.

Laboratoire de chimie analytique hydrologique et climatique (Sorbonne). M. G. Urbain, assisté de M. J. Bardet, chef de laboratoire.

RECHERCHES ET ENSEIGNEMENT. — *Laboratoire de chimie biologique appliquée à la thérapeutique thermale.* M. Desgrez, assisté de MM. Bierry, Bournigault et L. Violle (Faculté de Médecine).

Laboratoire d'hydrologie générale (Sorbonne), M. G. Bardet, assisté de MM. Poirot-Delpech et P. Urbain.

Institut Océanographique. — Les Conférences de 1923 auront lieu dans l'ordre suivant :

— Janvier 6. — M. Le Danois, docteur ès-sciences, Directeur de l'Office des Pêches maritimes : « La Morue à Terre-Neuve. »

— Janvier 13. — M. De Penfentenyo de Kervéréguin, capitaine de frégate, Administrateur des Œuvres de mer : « Œuvres de mer. — Sauvetage. — Assistance, Protection du Marin pêcheur. »

— Janvier 20. — M. P. Portier, professeur à la Sorbonne et à l'Institut Océanographique : « Le mal de mer. »

— Janvier 27. — M. C. Vallaux, Examinateur à l'Ecole Navale, vice-président de la Société d'Océanographie : « Anciens Voiliers et Paquebots modernes sur les grandes routes des mers. »

— Février 3. — M. Clerc Rampal, Enseigne de vaisseau de réserve : « Comment on se dirige en mer. »

— Février 10. — M. L. Mabilleau, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers : « La Faune et la Flore marine et l'art décoratif. »

Les cartes d'entrée doivent être demandées à l'Institut, rue Saint-Jacques, Paris (Ve).

Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions. — La Chambre a voté (13 déc.) la création de l'Office rattaché au Ministère de l'Instruction publique, avec un Conseil national présidé par le Ministre.

Cet office a pour objet :

« 1° De provoquer, de coordonner et d'encourager les recherches scientifiques de tout ordre qui se poursuivent dans les établissements scientifiques ou que peuvent entreprendre des savants en dehors de ces organisations ;

« 2° De développer et de coordonner spécialement les recherches scientifiques appliquées au progrès de l'industrie nationale, ainsi que d'assurer les études demandées par les services publics et d'aider les inventeurs.

« Les dispositions ci-dessus ne dérogent en rien à celles de l'article 79 de la loi de finances du 30 avril 1921 portant création de l'Institut des recherches agronomiques.

« Toutes les recherches appliquées à l'agriculture demeurent dans les attributions du dit Institut, qui reste rattaché au ministère de l'Agriculture. »

« Les services de la direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions, ainsi que la caisse des recherches scientifiques sont rattachés à l'office ».

Institut international d'Anthropologie. — La 2e section (Préhistoire) a tenu deux séances à Paris, le 30 novembre et le 1er décembre. Parmi les communications les plus intéressantes, nous citerons celles de MM. Bégouen, Breuil, Le Rouzic, Péquart, l'abbé Favret, de Saint-Périer, Capitan et Bénart.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Les remboursements aux candidats ayant échoué aux examens s'élevaient annuellement à environ 1.200.000 fr. En 1921, l'Université de Paris a remboursé ainsi 611.000 fr. M. Fribourg a fait adopter, lors de la discussion du budget à la Chambre des députés, la suppression de ces remboursements et leur attribution aux Universités.

— Le crédit des subventions exceptionnelles aux Universités pour travaux et installations à été porté à 3.850.000 francs.

— Le Ministre a adressé aux Recteurs deux circulaires relatives, l'une au personnel et l'autre au matériel des Facultés. Il souhaite que les docteurs portés sur les listes d'aptitude à l'enseignement participent à leur activité et soient invités aux réunions des professeurs. Relativement au matériel, il souhaite une meilleure utilisation des ressources des laboratoires, celles qui peuvent être mises en commun avec des groupements particuliers (Instituts ou sections) (18 novembre 1922).

Facultés de Médecine. — Un arrêté complète le programme du concours d'agrégation de 1923 avec une nouvelle section d'hygiène.

Université de Paris. — Une subvention de 900.000 fr. a été allouée, par voie budgétaire, en faveur de la cité universitaire. Un crédit de 1.500.000 fr. a été voté pour l'achèvement et

l'aménagement de l'Institut du radium et du laboratoire de chimie physique, dans les terrains de la rue Pierre-Curie. Dans ces terrains se trouvent déjà l'Institut de Chimie, les Instituts de Géographie et d'Océanographie.

Faculté des Sciences. — M. Vernadsky, de l'Académie des Sciences de Pétrograd, agréé de l'Université, a commencé un cours libre de Géochimie le 15 décembre. Les leçons ont lieu tous les vendredis à 10 heures, à l'Amphithéâtre de Géologie: «Chimie de l'écorce terrestre. — Science nouvelle du XIXe siècle. Silicium et silicates, carbone et matière vivante, éléments radioactifs. »

— *Soutenances de thèses.* — Pour le doctorat ès-sciences physiques, le 21 décembre, M. Boulouch : « Théorie des systèmes optiques centres. »

— Pour le diplôme d'études supérieures, le 13 décembre, M. Fischer : « Les Gastéropodes perceurs. »

— Le 18 décembre, M. Volhringer : « Mesure de l'énergie des radiations d'un spectre continu. »

Faculté de médecine. — Un décret (12 déc.) approuve le projet de convention entre le Comité Biologia et la Faculté en vue du rattachement à cette Faculté de l'Institut d'hygiène industrielle.

Collège de France. — Le laboratoire de Concarneau est rattaché au Collège de France; les deux postes de préparateurs sont transformés en postes de sous-directeurs de laboratoire. Le crédit (personnel) du Collège de France s'élève pour l'année 1923 à 1.433.000 fr.; le crédit (matériel) est de 309.600 francs.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les conférences du dimanche, 14 h. 1/2, commenceront en janvier.

— 7 janvier. M. Lichtenberger, professeur à la Faculté des lettres : « L'effondrement du mark allemand. »

— 14 janvier. M. Bolleyguier, Ingénieur des Manufactures de l'Etat : « L'aviation d'aujourd'hui. »

— 21 janvier. M. Maurice de Broglie : « Les rayons X et la constitution de la matière. »

— 28 janvier. M. Maurice Lebrun, Ingénieur de l'Office de la soudure autogène : « Les derniers progrès de la soudure électrique de l'arc. »

Ecole des Ponts et Chaussées. — Le *Journal Officiel* (7 déc.) publie l'instruction relative au concours de 1923. La scolarité est de trois années. Des majorations sont accordées : 25 points, aux bacheliers latin-grec; 15, aux bacheliers latin-sciences et 5 pour la philosophie. En dehors des élèves nommés au concours, l'Ecole admet des auditeurs libres.

— M. Auric, ingénieur en chef des ponts et chaussées, est nommé professeur-adjoint du cours de ponts en maçonnerie.

Université de Nancy. — Les bâtiments de l'Institut électrotechnique de Nancy, commencés en 1914, sont restés inachevés. Le crédit pour constructions qui vient d'être voté permettra de les terminer. Le crédit ainsi alloué est de 2 millions de francs.

Université de Toulouse. — L'observatoire du Pic du Midi, qui dépend de l'Université de Toulouse depuis 1882, est dirigé actuellement par M. Dauzère. Pour sa remise en état, le Parlement vient d'allouer un premier crédit de 400.000 francs.

Université d'Aix-Marseille. — Une neuvième Faculté de Médecine est créée à Marseille où elle remplacera l'Ecole de médecine créée en 1876. Cette Ecole comptait l'année dernière 450 étudiants. La ville de Marseille prend à sa charge la construction des bâtiments et l'excédent des dépenses de personnel et de matériel nécessité pour l'entretien de 28 magistrales et de 16 agrégés. La Faculté, d'accord avec le Ministère des Colonies, organisera l'enseignement de la médecine des maladies exotiques. Un hôpital spécial complétera celui qui existe déjà, qui est rattaché à l'Institut de médecine coloniale. La Faculté prendra le titre de Faculté mixte de médecine générale et coloniale et de pharmacie.

D'autre part la ville de Marseille a affecté à la construction de la nouvelle Faculté une partie des terrains du quartier Saint-Charles, à côté de la nouvelle Faculté des Sciences.

L'organisation et l'ouverture de la Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Marseille auront lieu lorsqu'après vérification contradictoire entre les délégués du ministre de l'Instruction publique et ceux de l'autorité municipale, le ministre aura reconnu que les bâtiments de ladite Faculté et ceux de la Faculté des sciences sont complètement appropriés aux besoins de l'enseignement et qu'en ce qui concerne particulièrement la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, ils sont pourvus du mobilier et de la bibliothèque indispensables au bon fonctionnement régulier.

Institut de Médecine et de Pharmacie coloniale de Marseille. — Les cours commenceront le mercredi 3 janvier 1923. La première session sera close le 31 mars par des examens en vue de l'obtention du diplôme de médecine et de pharmacie coloniales. Des épreuves spéciales supplémentaires peuvent conférer en plus le titre de médecin sanitaire maritime.

Une deuxième session aura lieu du 1er avril au 30 juin.

Nous rappelons que la carrière médicale coloniale offre des situation pécuniaires avantageuses aux jeunes médecins ayant subi une préparation spéciale.

Les divers gouvernements de nos Colonies font appel, pour l'œuvre de colonisation, aux médecins européens spécialisés.

Enfin les compagnies coloniales belges font également appel aux médecins français pourvus du diplôme d'études coloniales.

Pour tous renseignements utiles, ainsi que pour les programmes de l'Institut, conditions d'inscriptions, droits d'immatriculation, etc., s'adresser au Secrétariat de l'Ecole de Médecine, château du Pharo, à Marseille.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Le 22 octobre 1923, s'ouvrira devant la Faculté de Lyon un concours pour l'emploi de suppléant de pharmacie et matière médicale à l'Ecole de Dijon.

Ecoles des Arts et Métiers. — Un concours pour l'emploi de professeur de mathématiques aura lieu le 22 mai 1923.

Le programme des conditions à remplir et des connaissances exigées sera adressé aux candidats qui en feront la demande au sous-secrétariat d'Etat de l'enseignement technique, 110 rue de Grenelle, Paris (VIIe).

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 27 novembre 1922

THÉORIE DES FONCTIONS. — *P. Fatou.* **Sur certaines fonctions uniformes de deux variables.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Spyridion Sarantopoulos* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le nombre des racines des fonctions holomorphes dans une courbe donnée.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Alf. Guldberg.* **Sur les valeurs moyennes.**

STATISTIQUE. — *Jacques Rueff* (prés. par M. Emile Borel). **Théorie des phénomènes de change.**

MÉCANIQUE. — *Marcel Brillouin.* **Gravitation einsteinienne. Statique. Points singuliers. Le point matériel. Remarques diverses.**

— *A. Buhl.* — **Sur le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.**

A l'occasion d'une récente Note de M. J. Le Roux, M. A. Buhl fait remarquer qu'on ne saurait reprocher, dans le pro-

blème du champ gravitique à symétrie sphérique (Einstein et Schwarzschild), de ne pas être d'accord avec un ensemble de perturbations, alors que personne ne songe à le reprocher au problème analogue des *deux* corps de la Mécanique newtonienne.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *E. Fournier.* **Expériences de guidage, par brume, des dirigeables, au moyen du procédé de M.** W. A. Loth et leurs conséquences.

Un cable aérien ou un cable enterré parcourus par des courants de haute fréquence, peuvent servir de guide à un avion ou à un dirigeable munis d'appareils de réception d'ondes hertziennes. Les expériences, effectuées par la Commission d'Etudes pratiques des dirigeables de Rochefort, ont réussi parfaitement. Ces résultats permettent de concevoir, par l'emploi de câbles-guides enterrés, la possibilité d'orienter les avions et les autos (à chenilles par exemple), dans la traversée des régions désertiques et surchauffées du Sahara.

AÉRONAUTIQUE. — *Rodolphe Soreau* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Lois de variation, dans la troposphère, des caractéristiques de l'air standard avec l'altitude.**

M. Soreau s'est servi des pressions relevées au cours de 80 sondages effectués du 1er juillet 1911 au 1er juillet 1912, entre 0 m. et 14.000 mètres d'altitude ; il a calculé les rapports $p = \frac{p}{p_0}$ et $\lambda = \frac{a}{a_0}$ de la pression et de la densité de l'air à l'altitude z et au niveau 0. Les fonctions M et L définies par $z = -\mathrm{M}\log p$ et $z = -\mathrm{L}\log\lambda$ ainsi que le paramètre $\nu = \frac{p}{\lambda}\frac{g}{g_0}$ satisfont aux relations :

$$\mathrm{M} = 19230 - 0{,}22z,\quad \mathrm{L} = 23000 - 0{,}25z,\quad \nu = 1 - \frac{0{,}0205z}{1000}.$$

Ces relations s'appliquent sur des étendues considérables, telles que l'Europe tempérée, et suffisent à caractériser l'air standard d'une région.

AVIATION. — *Henri Fabre* (prés. par M. L. Lecornu). **Sur le vol à voile en Méditerranée.**

Il s'agit de l'observation du vol de deux oiseaux : le plongeon et le goëland, qui volent l'un parallèlement aux sillons des vagues et l'autre perpendiculairement. Leur vol est plané si le courant d'air est sinusoïdal, leur vol est ramé en air calme. Dans les deux cas, il se produit les mêmes changements d'incidence par rapport aux ailes.

COSMOGONIE. — *W.-D. Mac Millan* (prés. par M. Emile Borel). **La densité moyenne de l'univers peut-elle être fixée ?**

— *Emile Borel.* — Remarques sur la Communication précédente.

Dans un article paru en février 1922, dans *Scientia*, M. Mac Millan a défini une classe de nombres et imaginé un univers dont chaque point est caractérisé par un nombre. Cette définition comprend celle donnée récemment par M. Borel. Ce dernier fait remarquer que l'objection de Seeliger qu'un univers infini et uniforme est incompatible avec la validité rigoureuse de la loi de gravitation de Newton n'est pas détruite par les considérations de symétrie invoquées par M. Mac Millan ; il paraît en effet difficile d'admettre que la compensation entre des actions contraires qui seraient infinies puissent se faire rigoureusement par symétrie.

MAGNÉTISME. — *Ch. Maurain et Mme de Madinhac* (prés. par M. J. Violle). **Evaluation de l'intensité de courants électriques verticaux traversant le sol en France.**

L'expression $4\pi\mathrm{I} = \int \mathrm{H}\cos\theta\, ds$, où H représente la composante horizontale du champ magnétique terrestre, θ l'angle de cette composante avec le contour, appliquée au contour fermé de la surface de la France, permet le calcul du courant vertical I qui traverse cette surface. On a obtenu une intensité totale de 1.800 ampères, soit 0.0043 ampère par kilomètre carré. Cette faible valeur est en accord avec les résultats généraux obtenus par L. Bauer, la France étant à la latitude pour laquelle les courants ainsi évalués changent de sens.

SPECTROSCOPIE. — *A de Gramont.* **Raies ultimes et séries spectrales.**

M. de Gramont établit que les raies ultimes sont toujours les premiers termes de la série principale, ceux pour lesquels l'on a $m = 1$ ou $m = 2$, dans l'expression

$$\frac{1}{\lambda} = \mathrm{A} - \frac{\mathrm{N}}{(m + a + \mathrm{R})^2}$$

où A représente la fréquence de la vibration qui correspond à la limite vers laquelle tendent les fréquences des raies spectrales d'un même élément convenablement ordonnées, N une constante (109675) commune à tous les spectres, a une constante particulière à la série, m le numéro d'ordre de la raie dans sa série, R une fonction simple de m qui tend à s'annuler pour les numéros d'ordre élevés des raies. La connaissance des raies ultimes peut donc être utilisée avec avantage pour la recherche des séries encore inconnues pour la majorité des éléments.

— *R.-W. Klingstedt* (prés. par M. G. Urbain). **Spectres d'absorption ultraviolets du toluène et des xylènes.**

Le toluène en solution hexanique donne 16 bandes d'absorption : l'ortho-xylène, trois ; le méta, cinq ; le para, douze. Les douze bandes du paraxylène se distribuent en trois groupes. Dans chaque groupe, l'intensité diminue avec la longueur d'onde et la différence des fréquences reste constante, égale en moyenne à 1186.

OPTIQUE. — *F. Boulouch* (prés. par M. Brillouin). **Sur le télescope aplanétique.**

M. Boulouch montre à quel point l'emploi des fonctions iconales, qu'il a introduites en optique géométrique, facilite les calculs. Il étudie en particulier la solution indiquée par M. Chrétien dans la *Revue d'optique* (nos 1 et 2), qui permet d'obtenir, au foyer d'un système de deux miroirs, une image dépourvue de coma.

ÉLECTRICITÉ. — *F Jouaust* (prés. par M. G. Ferrié). **Application des pyromètres aux mesures en haute fréquence.**

On s'est servi du pyromètre télescopique de Féry, et on a obtenu une précision de l'ordre de 2 pour 100 dans l'étalonnement des ampère-mètres de haute fréquence, On a pu mesurer en outre, dans les conditions de fonctionnement, la résistance du circuit oscillant d'un poste générateur à lampes.

ACOUSTIQUE. — *L. Gaumont* (prés. par M. G. Ferrié). **Un nouvel amplificateur des sons.**

L'organe essentiel est constitué par un cône de soie fine, d'un angle de 90° environ, sur lequel est enroulé en spirale de la base au sommet, en une ou plusieurs couches jointives, un fil conducteur très fin, de préférence de faible densité, en aluminium par exemple. Ce cône est placé dans l'entrefer d'un aimant ou d'un électro-aimant, les pôles épousant exactement la forme du cône. Un collier circulaire fixe la base du cône sur l'un des pôles. Sous l'influence des courants téléphoniques envoyés dans l'enroulement conique, celui-ci se met en vibration et le son est transmis au pavillon par des orifices ménagés dans l'un des pôles.

Un dispositif de ce genre amplifie avec une grande netteté ; associé à des amplificateurs à triode, il permet des auditions à plus de 300 mètres du pavillon.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Lemay* et *L. Jaloustre* (prés. par M. L. Mangin). **Sur quelques conséquences microbiologiques des propriétés oxydantes du thorium X.**

Le développement des microbes anaérobies, en particulier du *Bacillus butyricus*, est gêné par le rayonnement du thorium X ; au contraire, celui des microbes aérobies, en particulier du *Bacillus lacticus*, est favorisé .Ainsi, la rôle de catalyseurs d'oxydation des éléments radioactifs, déjà observé dans les réactions chimiques, se retrouve dans les phénomènes microbiologiques.

— *P. Loisel* et *Michailesco* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur la radioactivité des sources des Bains d'Hercule, en Roumanie.**

Ces sources sont à manifestations fumeroliennes alcalines et leurs eaux thermales sont chlorurées sodiques. Quatre d'entre elles présentent une radioactivité notable : Hygea, avec 0,73 millicrocuries par litre ; Ileana, avec 0,59 ; Regina Maria avec 0,22; Hercules, avec 0,19. Les radioactivités sont du même ordre que celle de la source César, au MontDore, ou de la source Chomel, à Vichy. Elles varient d'un jour à l'autre, et c'est là un fait intéressant déjà observé à Bagnoles et au Mont-Dore.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Albert Nodon* (prés. par M. Brillouin). **Recherches sur l'action solaire à distance.**

La décharge d'un électromètre est plus rapide sous l'action directe des radiations solaires qu'après l'interposition d'un écran ou de nuages, ou que dans l'intérieur d'une pièce close ; elle est maximum entre 12 h. et 16 h. ; elle subit de fréquentes et rapides variations dans le courant d'une journée, et parfois même pendant la durée d'une observation.

MÉTÉOROLOGIE. — *V. Schaffers.* **La foudre et les arbres.**

On a mesuré, pour un grand nombre d'espèces, le potentiel de décharge entre une feuille de chaque espèce, dans des conditions bien déterminées. Ainsi, on peut rechercher dans quelle mesure chaque feuille est susceptible de servir de paratonnerre. Or la conclusion de cette étude est que cette action préventive n'est pas à considérer, car si elle existait, elle serait tellement énergique, qu'elle rendrait tout orage impossible.

— *E Roger* (prés. par -M. Bigourdan). **Sur le retour périodique des grands hivers.**

On a adopté, pour ce classement, les minima de température observés. La période est de41 ans, ainsi que Renou l'avait déjà indiqué. Les mêmes nombres indiquent aussi la possibilité de périodes de 100 et de 200 ans.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Fichot* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Sur la constitution des aires océaniques en bassins de résonance, par la dérive des masses continentales sous l'action des marées.**

L'hypothèse de Harris, sur les aires closes remplissant le rôle de résonateurs vis-à-vis de certains termes du potentiel générateur des marées, et celle de Wegener, sur la dérive des masses continentales, se complètent ainsi que le montre M. Fichot, pour expliquer les faits connus. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet* et *M. Ballay* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Tension de vapeur de quelques alliages *Cu-Zn* à l'état solide.**

A l'air, à 800°, la perte en 6 heures est de 1,19 p. 100, avec formation d'une pellicule ; dans l'azote, elle est de 7,8 ; dans l'oxyde de carbone et l'hydrogène, de 10 p. 100. La tension de vapeur à 630° est de 19 mm. 32, alors que mesurée dans l'hydrogène. à 540°, elle n'est que 3 mm. 3. On voit l'importance d'un recuit en milieu oxydant à une température convenable.

— *Dervin et Olmer* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Le fluorure d'argent ammoniacal.**

Le fluorure d'argent dissous dans l'ammoniaque laisse déposer des prismes ortho-rhombiques, solubles dans l'eau et l'alcool, qui correspondent à la formule : $FAg, 2NH^3, 2H^2O$. Chauffés à 165°, ils détonent ; au dessous, ils perdent NH^3 et il reste un corps noir qui détone par frottement. Vraisemblablement, ce corps est de l'azoture d'argent, NAg^3, qui donne par détonation un volume d'azote voisin de celui observé par les auteurs.

— *J. Valentin* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la solidification du système Cl^2Mg — ClK — Cl^2Ba.**

On observe deux composés définis Cl^2Mg, ClK et Cl^2Ba, 2ClK. La représentation triangulaire au moyen des températures enregistrées (Rengade), met en évidence les divers eutectiques. Les diagrammes de ce système ternaire intéressent la question du choix d'un électrolyte pour la préparation d'un métal utilisé en aviation, le magnésium, aujourd'hui industriel.

— *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Analyse magnétique des acides stanniques.**

Comme pour les acides siliciques, ce qu'on est convenu d'appeler acides stanniques ne serait que des gels d'oxyde stannique. On ne retrouve jamais les susceptibilités correspondant à $Sn(OH)^4$ et $SnO(OH)^2$, mais celles de $SnO^2 + nH^2O$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L.-J. Simon.* **Influence de la structure des combinaisons organiques sur leur oxydation sulfochromique.**

L'auteur avait déjà montré que cette oxydation était complète pour certains corps à chaîne linéaire terminée par des groupes oxygènes, et encore pour des dérivés phénoliques et acides benzéniques substitués directement, mais qu'il y avait un déficit pour d'autres corps ayant des constitutions différentes. Un tableau d'ensemble, indiquant la quantité de C brûlé pour près de quarante corps, apporte une contribution intéressante à cette question de structure.

— *A. Brochet* (prés. par M. A. Haller). **Sur quelques propriétés du nickel actif, employé comme catalyseur en chimie organique.**

L'emploi de catalyseurs non pyrophoriques rend le travail industriel plus facile. La pyrophoricite est due à l'hydrogène occlus, et elle est sans action sur la catalyse. Tout revient à une action de surface. Il serait intéressant d'entreprendre de nouvelles mesures sur le pouvoir d'occlusion de l'hydrogène.

— *Marcel Delépine* (prés. par M. A. Haller). **Sur les iridodipyridino-tètrachlorures** $[Ir(C^5H^5N)^2Cl^4]M$.

Il y a deux séries d'isomères stéréochimiques, prévues par la théorie de Werner, sels rouges et sels orangés ; les premiers dipyridines en trans, les orangés en cis. On les obtient en chauffant les aquopentachloroiridites avec la pyridine. On les sépare par différence de solubilité.

— *Faillerin* (prés. par M. A. Haller). **Sur l'hydrogénation des aldéhydes et cétones en présence du noir de platine pur et impur.**

Les résultats obtenus varient avec la pureté du platine. Dans le cas du platine pur, le rendement est mauvais et le catalyseur se fatigue vite. Si la réduction de l'acide platichlorhydrique se fait en présence de chlorure ferrique ou de chlorure d'iridium, on obtient du noir impur. Ainsi, avec le platine ferrique, la production du nouvel alcool secondaire, par hydrogénation de la pipéronyl-1-butanone a été obtenue avec le rendement théorique.

CHIMIE AGRICOLE. — *Ch. Brioux* (prés. par M. Schlœsing). **Assimilabilité comparée du phosphate tricalcique et des phosphates d'alumine et de fer.**

Contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, l'auteur dé

montre l'assimilabilité des phosphates d'alumine et de fer par la terre. A. RIGAUT.

BOTANIQUE. — *L. Guignard.* **Sur l'existence de corps protéiques particuliers dans le pollen des diverses Asclépiadacées.**

L'auteur signale, chez divers *Asclepias* et le *Gomphocarpus fructicosus* R. Br., la présence ,dans le pollen, de corps fusiformes, offrant les caractères des substances albuminoïdes et se rapprochant des cristalloïdes protéiques rencontrés dans un assez grand nombre de plantes.

En suivant, dans diverses espèces, l'accroissement des pollinies à partir de leur plus jeune âge, il a pu mettre en évidence l'origine de ces corps. D'abord à l'état de granulations, à l'intérieur de sphérules, véritables plastides, ces corps se changent rapidement en chapelets très courts, puis en bâtonnets grêles, qui s'incurvent bientôt légèrement et s'amincissent en pointe à leurs extrémités. Le contour du plastide disparaissant à un moment donné, les corps protéiques se trouvent répartis dans tout le protoplasme de la cellule.

Ces corps, qui ne peuvent être assimilés à des mitochondries, ne disparaissent pas au cours du développement du tube pollinique ; celui-ci les transporte jusque dans le micropyle ovulaire où ils subissent vraisemblablement une résorption en rapport avec les phénomènes qui accompagnent ou suivent la fécondation.

— *G. Hamel* (prés. par M. L. Mangin). **Sur quelques particularités de la flore algologique de Saint-Malo.**

Saint-Malo se trouve au centre d'une région marquant la limite septentrionale de plusieurs espèces atlantiques (*Gelidium sesquipedale* Thuret, *Gigartina Tœdii* (Roth) Lamour, *Polysiphonia subulifera* (Ag). Harv., *Zamardinia collaris* (Ag.) Crouan et sur la côte croissent des algues qui ne se développent abondamment que dans les eaux chaudes du golfe de Gascogne ou de la Méditerranée.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Charles Richet* et *Mme A. G. Le Ber.* **Etudes sur la fermentation lactique. Action à très faibles doses de substances en apparence inoffensives.**

Les substances, en apparence inoffensives comme l'urée et le lait, peuvent exercer, malgré leur faible toxicité, malgré leur extrême dilution, une influence non négligeable sur l'activité d'un ferment. Il s'ensuit que les microbes, puisqu'ils réagissent à ces très faibles influences, ne se trouvent jamais dans des conditions identiques de développement, et que leur individualité est modifiée par des actions dont la faiblesse nous échappe complètement.

GÉOLOGIE. — *G. Delépine* et *V. Milon* (prés. par M. Barrois). **Sur la présence de *récifs waulsortiens* dans le Calcaire carbonifère du bassin de Laval.**

La formation connue sous le nom de *calcaire de Laval* est représentée en de nombreux points du bassin de Laval par des roches de facies waulsortien, en particulier des récifs *a Fénestellides*, qui sont l'élément le plus caractéristique des formations analogues en Belgique.

— *L. Barrabé* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la présence de nappes de charriage dans les Corbières orientales.**

La région triasique et jurassique comprise entre Ripaud, Fontjoncouse, Jonquières, Albas et la ruisseau de la Pinède de Durban est charriée sur le bord du bassin tertiaire de Coustouge ; les prolongements des couches du Crétacé supérieur et de l'Eocène de la région d'Albas se retrouvent nettement au nord de la nappe.

Cette nappe est venue du Sud-Est et s'est étendue au Nord jusqu'au voisinage de Thézan.

— *F. Roman* (transm. par M. Ch. Depéret). **Les terrasses quaternaires de la haute vallée du Tage.**

Le Quaternaire du Tage comporte au moins quatre terrasses s'élevant respectivement à 15 m., 30 m., 55 m., 60 m. et 100 m. au-dessus du niveau du fleuve. La haute terrasse de 100 m. ravine les argiles rouges très développées à Tolède sous le quartier de l'hôpital où elles forment de vastes talus capricieusement découpés par l'érosion.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *A. Pézard* et *F. Caridroit* (prés. par M. E.-L. Bouvier). **L'action de l'hormone testiculaire sur la valence relative des facteurs allélomorphes chez les Ovins (*Dorset* × *Suffolk*).**

L'introduction de la *forme neutre* et de l'*hormone testiculaire* dans l'analyse génétique du croisement Dorset × Suffolk conduit à une interprétation claire relativement à des faits que l'on considérait jusqu'ici comme inextricables. Cette nouvelle manière de voir met en lumière le rapport étroit existant entre les déterminants mendéliens et les hormones sexuelles. En tout cas, nous devons en conclure, disent les auteurs, qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre l'hérédité sex-linked (Dorset hétérozygote) et l'hérédité sex-limited (Dorset pur).

EMBRYOGÉNIE. — *H. Barthélemy* (prés. par M. Henneguy). **Maturation *in vitro* et activation des œufs de la cavité générale et des conduits chez *Rana fusca*.**

La maturation des œufs utérins et de la cavité générale se fait *in vitro* en présence d'oxygène : les conditions asphyxiques ou semi-asphyxiques ou l'abaissement de température l'empêchent ou la retardent. La maturation des œufs de la cavité générale peut se faire *in vitro* en milieu isotonique dans le sérum sanguin aéré de la Grenouille ou dans les solutions aérées de NaCl à 7 pour 1000 dans l'eau distillée. Les œufs d'une même Grenouille en déhiscence (cavité générale et conduits) sont sensiblement au même stade de développement (vérification expérimentale de faits signalés par les études cytologiques de Bataillon).

PHYSIOLOGIE. — *Paul Portier* et *Marcel Duval* (prés. par M. Joubin). **Pression osmotique du sang de l'Anguille « essuyée » en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur.**

Le mucus, abondamment secrété à la surface de la peau de l'Anguille, joue un rôle très efficace dans l'isolement du milieu interne. La suppression, même incomplète, de ce mécanisme de protection de l'épithélium des téguments, amène dans les échanges des modifications qui expliquent bien les résultats signalés autrefois par Paul Bert.

ZOOLOGIE. — *Ed. Le Danois* (prés. par M. L. Joubin). **Sur la prévisibilité de la valeur de la pêche du hareng en hiver.**

A la suite d'observations, l'auteur conclut à la possibilité de prévoir, par l'étude des trangressions chaudes dans le golfe de Gascogne au mois d'août, ce que sera, l'hiver suivant, la pêche du hareng en mer du Nord.

— *Louis Roule* (prés. par M. L. Joubin). **Sur l'œcologie de l'Esturgeon (*Acipenser sturio* L.) dans les régions atlantiques de notre pays.**

L'Esturgeon du versant atlantique ne forme plus actuellement qu'une colonie, au sens biogéographique du mot, cantonnée dans le bassin girondin pour la partie potamique et dans le golfe de Gascogne pour la partie thalassique. Ailleurs, le peuplement est clairsemé et accidentel. L'importance de cette colonie girondine dans la conservation de l'espèce est considérable. L'espèce pourra être conservée si l'on prend des mesures efficaces de protection à l'égard de cette colonie pouvant servir de centre de peuplement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *H. Hérissey* (prés. par M. L. Guignard). **Synthèse biochimique d'un d-mannoside α à partir de mannanes.**

En faisant agir sur la graine de Caroubier, riche en mannanes, la poudre de luzerne germée, en présence d'alcool méthylique, l'auteur a été conduit à la synthèse biochimique du méthyl-d-mannoside α.

La méthode consiste, en somme, à partir non des sucres eux-mêmes, mais de leurs produits de condensation, et à mettre en jeu, dans le même milieu, l'activité de plusieurs enzymes de spécificité convenablement choisie. Il semble que certaines synthèses biochimiques seraient facilitées et d'autres rendues possibles par un tel procédé, du fait que le sucre produit par hydrolyse peut se trouver, au moment même de sa mise en liberté, sous une structure chimique différente de celle qu'on obtient par la dissolution du même sucre pris à l'état cristallisé.

— *Emile R. Terroine, E. Brenckmann* et *A. Feuerbach* (prés. par M. Henneguy). **Identité de composition des organismes de même espèce lors de la mort par inanition.**

Lors de la mort par inanition tous les sujets d'une même espèce présentent une composition identique. La mort par inanition peut donc être numériquement et chimiquement définie pour une espèce donnée par la composition globale de l'organisme (eau, matières protéiques, substances grasses, substances minérales), composition qui constitue une constante biochimique pour l'espèce considérée.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *G. Marinesco* (prés. par M. Ch. Richet). **Du rôle des ferments oxydants dans la production de la fièvre et des inflammations.**

Tout en reconnaissant que le système nerveux joue un rôle thermo-régulateur, il faut admettre d'autre part que, dans la fièvre comme dans l'inflammation, l'augmentation de la température normale et les réactions cellulaires sont en relation intime avec l'activité des ferments oxydants. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 4 décembre 1922

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Haag* (prés. par Emile Borel). **Sur la constance de l'homogénéité d'un fluide représentatif des différents états possibles d'une masse gazeuse.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* **Sur l'Observatoire de Paris, à l'occasion du 250e anniversaire de sa construction.**

La création de l'Observatoire de Paris eut lieu en 1667, un an après la fondation, par Louis XIV, de l'Académie des Sciences. Le gros œuvre du bâtiment fut terminé, il y a 250 ans, dans le courant de 1672. A l'occasion de cet anniversaire, M. Bigourdan donne la liste des travaux effectués dans cet observatoire, de 1667 à 1699.

— *A. Schaumasse* (prés. par M. B. Bailloud). **Observations de la Comète Skjellerup (1922 d), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.**

Ces observations ont été faites les 29 et 30 novembre; la comète était 11e grandeur, constituée par une nébulosité de 3'5 d'étendue, présentant, vers la régfon centrale, une condensation peu accentuée et difficile à pointer.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* **Sur la mesure interférentielle des faibles diamètres.**

Cette mesure est effectuée par l'observation des franges qui se produisent au foyer de l'objectif d'une lunette, recouvert d'un écran percé de deux fentes étroites et parallèles, lorsqu'on observe un astre éloigné de forme circulaire. Si l'on augmente graduellement, à partir de zéro, la distance des centres des fentes, la théorie et l'expérience montrent que les franges diminuent de netteté, puis disparaissent au moment où cette distance atteint une valeur critique, en rapport avec le diamètre de la source, M. Hamy fait une nouvelle étude plus approfondie de cette question et est amené à rechercher les circonstances qui provoquent l'évanouissement des minima centraux.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *J. Le Roux* (prés. par M. Koenigs). **Sur la gravitation des systèmes.**

En réponse aux observations présentées par M. Brillouin, relativement à une note publiée antérieurement par M. Le Roux, ce dernier précise en quoi le point de vue de M. Brillouin diffère du sien. M. Brillouin accepte pour les coefficients $g_{\mu\nu}$ les solutions les plus générales des équations aux dérivées partielles d'Einstein. M. Le Roux n'adopte, parmi ces solutions, que celles qui peuvent fournir un ds^2 à quatre dimensions, conformément au point de départ initial.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Maurice et Louis de Broglie* (prés. par M. Brillouin). **Remarques sur les spectres corpusculaires et l'effet photo-électrique.**

En premier lieu, les auteurs établissent par l'expérience que, contrairement à la règle énoncée par Whiddington, les raies corpusculaires émanées d'un niveau s'affaiblissent, mais ne disparaissent pas, quand leur énergie restante devient inférieure à celle de ce niveau. En second lieu, au sujet des électrons libérés dans l'intérieur d'un corps solide par des rayons excitateurs pénétrants, ils rapellent les recherches de Millikan, d'après lesquelles l'énergie des électrons expulsés, corrigée de l'effet de sortie du milieu solide, serait sensiblement égale au quantum $h\nu$ de la radiation excitatrice, sans faire intervenir de terme représentant un travail atomique de sortie : les intéressés seraient alors des électrons de conductibilité, libres ou très peu liés.

SPECTROSCOPIE. — *A. de Gramont.* **Recherches quantitatives sur le spectre de lignes du vanadium dans les sels en fusion.**

L'auteur développe l'étude des raies de grande sensibilité du vanadium, afin de fournir des indications utilisables pour l'analyse chimique quantitative et pour la minéralogie.

— *Pierre Salet* (prés. par M. A. de Gramont). **Sur les lois de dispersion des spectres prismatiques dans l'ultra-violet.**

Dans la formule de M. Salet, la valeur $k = \frac{d\lambda}{dt}$ est représentée par l'expression $k = A\lambda^2 + B\lambda + C$. Cette formule, déjà vérifiée pour des valeurs de λ comprises entre 3.800 et 4.900, s'applique aussi dans l'ultra-violet, ainsi qu'on a pu le vérifier sur un cliché obtenu par M. de Gramont, avec un spectrographe en quartz et une plaque courbée, la dispersion étant d'environ 6 U.A par millimètre vers λ = 2.300.

— *F. Croze* (prés. par M. A. de Gramont.) **Sur la place des raies ultimes des éléments dans les séries spectrales et sur leurs rapports avec les raies de résonance.**

Le tableau des raies ultimes, dressé par M. de Gramont, coïncide avec celui des raies de résonance pour tous les spectres d'arc dans lesquels on a reconnu l'existence d'un seul système de séries ; de plus, ces spectres contiennent seulement un système de séries de doublets et les raies ultimes sont, de même que les raies de résonance, les composantes du premier doublet de la raie principale.

— *Pierre Steiner* (prés. par M. G. Urbain). **Les spectres d'absorption ultra-violets des alcaloïdes du groupe de l'isoquinoléine. La papavérine et ses chlorhydrates.**

On sait que la molécule de papavérine est formée, d'une part, par un dérivé de l'isoquinoléine, d'autre part, par un dérivé du benzène, le vératrol, reliés entre eux par un groupe

méthyle. Parmi les conclusions auxquelles est amené M. Steiner, citons, en particulier, que la courbe d'absorption de la papavérine ne représente pas la courbe que l'on obtiendrait par l'addition de celles de ses constituants, l'isoquinoléine et le vératrol ; cette courbe est une image assez fidèle de celle de l'isoquinoléine, mais simplifiée et décalée vers le rouge ; elle correspond à une absorption plus intense.

HYDROLOGIE. — *J. Cluzet* et *A. Chevallier* (prés par M. Charles Richet). **Sur la radioactivité de la station de l'Echaillon en Maurienne.**

La source de l'Echaillon est actuellement, en France, la seule source naturelle, abondante en sédiments et riche en radiothorium. Elle peut permettre une utilisation thérapeutique de l'émanation du thorium.

MÉTÉOROLOGIE. — *G. Reboul* (prés par M. Bourgeois). **Détermination, par temps couvert, des mouvements verticaux de l'atmosphère : influence de la nébulosité sur la vitesse de déplacement des dépressions.**

Le dépouillement des sondages effectués par temps couvert, au moyen de la méthode du repérage par le son (R. Bourgeois, C. R., t. 167, 1918, p. 769), appliquée au poste de St-Martin, Longneau (Oise), met en évidence l'existence de mouvements ascendants de l'air. Or, dans ce cas, les théories d'Helmholtz font prévoir un déplacement plus rapide des dépressions. Donc une grande vitesse de déplacement est liée à une grande nébulosité ; et une dépression révélée par la carte isobarique viendra d'autant plus rapidement sur une région que sa nébulosité est plus prononcée. Ainsi, la nébulosité apparaît comme un indice précieux pour prévoir la vitesse d'évolution du temps.

R. Dongier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Marcel Sommelet* (prés. par M. Béhal). **Sur les amines tertiaires dérivées de la benzhydrylamine.**

Le diphénylbromométhane donne, avec l'hexaméthylènetétramine, un produit d'addition se transformant par l'acide formique en une amine tertiaire.$(C^6H^5)^2CH\text{-}N(CH^3)^2$ qui est la diméthylbenzhydrylamine. L'auteur a préparé l'amine diéthylée et éthylbenzylée. L'action du bromure de méthyle sur ces amines conduit à l'éther oxyde méthylique du benzhydrol.

— *R. Delaby* (prés. par M. Béhal). **Sur les alcoylglycérines. Panâge des vinylalcoylcarbinols aux alcoylglycérines.**

Par bromuration, on passe aux dibromhydrines que l'on transforme en diacétines. Celles-ci, par l'action de l'acétate de potassium, sont amenées à l'état de triacétines dont la saponification conduit aux alcoylglycérines. Le vinyléthylcarbinol donne l'éthylglycérine. Comme la glycérine, ces alcoylglycérines sont hygroscopiques, les méthyl et l'étylglycérine sont liquides ; les propyl et batylglycérines sont cristallines et fondent à 60° et 52°.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Bridel* et *Charaux* (prés. par M. Guignard). **La centauréidine, produit de dédoublement de centauréine, glucoside des racines de Centaurea Jacea.**

Les auteurs avaient montré que l'hydrolyse sulfurique donnait le centauréidine mêlée à du glucose. Ils l'obtiennent en cristaux jaunes, hydrates fusibles à + 197°. A l'état anhydre, ce corps fond à + 203°. Son poids molèculaire correspond à la formule $C^{18}H^{16}O^8$, qui est celle d'un dérivé de la flavone.

A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *P.-W. Stuart-Menteath* (prés. par M. H. Douvillé). **Sur la mine de San Narciso en Guipuzcoa.**

Cette mine, au sud-ouest d'Irun, foncée jusqu'à 400 mètres de profondeur, et totalement noyée depuis 25 ans, est devenue une source de légendes de mineurs.

La supposition récente, que la mine aurait traversé du Flysch absolument stérile, sans allusion au granite, est sans preuve possible ; elle est en contradiction avec les documents statistiques de la mine, et c'est dans ces couches du fond que l'auteur a vu extraire les plus riches minerais. Il faut ajouter que cette région est criblée de mines, depuis les Romains, et que cette mine est la plus profonde des Pyrénées.

— *P. Viennot.* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la tectonique de la région de Bagnères-de-Bigorre et de Lourdes.**

Cette région montre, sur un substratum autochtone de schistes albiens, les débris d'une grande nappe, où tous les niveaux sont plus ou moins métamorphiques, et qui s'identifie pas tous ses caractères avec la nappe *B* ; le Permien du Pé-der Lalizan, bordé presque partout par des brèches tectoniques-est un témoin de la nappe supérieure *C*, pincé en synclina, dans la précédente. Ces nappes, dans la région SE de la feuille de Tarbes, ont été énergiquement replissées après leur translation.

— *Louis Dangeard* (prés. par M. Pierre Termier). **Contribution à l'étude géologique du fond de la Manche, d'après les dragages récents du *Pourquoi-Pas* ? (août-septembre 1922) : Lias et Eocène.**

Les fossiles recueillis par le *Pourquoi-Pas* ? confirment l'existence d'une importante surface d'affleurements liasiques prolongeant très loin vers l'ouest le Lias connu sur la côte anglaise.

Le Lias affleure à quelques milles au nord de Cherbourg, à 60 mètres de profondeur, sous forme de calcaires marneux gris-bleuâtres, contenant des fragments de Bélemnites. Une station voisine a fourni plusieurs Ammonites roulées, semblant appartenir au Lias supérieur.

L'Eocène a été trouvé *in situ* entre Jersey et Guernesey, sous forme de calcaires jaunâtres qui peuvent être assimilés aux calcaires lutétiens à *Orbitolites complanatus* et *Alveolina elongata* du Cotentin (Fresville, Orglandes), et aux niveaux correspondants de la Loire-Inférieure (Bois-Gouët).

— *Lecointre* (prés. par M. Emile Haug). **Sur la Stratigraphie du Nord de la Chaouia (Maroc occidental).**

Les schistes verts à *Paradoxides* ne sont qu'un accident lithologique dans les schistes micacés verts et rouges ; l'auteur a pu retrouver ceux-ci fossilifères, en divers endroits. Ces schistes passent à leur partie supérieure à des psammites fossilifères rattachés au Cambrien.

Au point de vue tectonique, la région dont il est parlé dans cette Note, fait partie de la zone des plissements hercyniens. Les couches paléozoïques y sont recouvertes en discordance par diverses formations subhorizontales, d'âge plus récent.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Aynaud* (prés. par M. Roux). **La botryomycose du mouton.**

Chez le mouton, la botryomycose se présente sous forme d'abcès volumineux, à évolution lente, qui contiennent un pus extraordinairement épais. L'affection, qui est très fréquente, est manifestement contagieuse. A l'examen direct du pus, on observe toujours des cocci, prenant le gram, de taille inégale, groupés en zooglées.

On retrouve dans ces abcès du mouton les deux caractéristiques de la botryomycose : d'une part, les grains ; d'autre part, la réaction fibreuse très intense qui a fait parfois décrire les botryomycoses sous le nom de fibromes infectieux.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Géodésie élémentaire, par MM. R. Bourgeois et H. Noirel. 2e édition. (*Bibliothèque de Mathématiques appliquées*). In-8° de 450 pages. Octave Doin, éditeur, Paris 1922. — Prix : 17 francs.

Dans cette deuxième édition, les auteurs ont notablement complété et mis à jour les divers exposés contenus dans l'ouvrage primitif. Ils ont augmenté, en particulier, le chapitre premier, consacré à la théorie des erreurs d'observation, et le chapitre II, qui traite de la trigonométrie sphérique.

Par contre, ils ont préféré réserver pour un second volume les applications de la théorie des moindres carrés, l'étude du nivellement géométrique, ainsi que la question importante et complexe des systèmes de projections cartographiques.

L'ouvrage se recommande non seulement par la clarté et la précision de sa rédaction, mais encore par ses figures nombreuses et ses tableaux numériques, qui facilitent la compréhension et familiarisent le lecteur avec les problèmes pratiques.

G. Bouligand.

Etudes géologiques dans le Nord-Annam et le Tonkin, par Charles Jacob. (*Bull. Serv. Géologique Indo-Chine*, vol. X, fasc. 1), 1921, 204 pages, 3 planches et 1 carte hors texte.

En 1919, M. Charles Jacob, professeur de Géologie à l'Université de Toulouse était mis en congé pour assurer la direction du Service Géologique de l'Indo-Chine.

Il y avait, en effet, à effectuer là une difficile et pénible besogne de mise au point. Son prédécesseur, M. Deprat, avait publié une série de luxueux mémoires sur la Géologie et la Paléontologie de l'Indo-Chine avec nombreuses cartes et planches. Puis on avait découvert qu'un certain nombre de fossiles décrits par lui, comme provenant de différentes régions de notre grande colonie, avaient été en réalité apportés d'Europe. A la suite de cette constatation M. Deprat fut relevé de ses fonctions.

Mais toutes les listes de fossiles devenaient suspectes. De plus les synthèses éblouissantes de M. Deprat n'avaient plus aucun caractère de certitude. « Le géo-« logue le moins sceptique allait fatalement se deman-« der quel contre-coup pouvait avoir sur des interpré-« tations tectoniques la découverte que cette géologie « indo-chinoise avait fait état de fossiles ayant en réa-« lité une provenance extérieure au sud de l'Asie. » Enfin on avait l'impression qu'un pays aussi grand, aussi compliqué ne pouvait avoir été réellement exploré en aussi peu de temps et que les cartes géologiques publiées étaient probablement fausses, pour ne pas dire faussées.

Toute l'œuvre de M. Deprat était à **reprendre**, pas à pas. Voici déjà deux et trois années que M. le professeur Jacob, et ses collaborateurs se sont attelés à cette révision. D'une part M. Mansuy a eu le mérite de revoir les fossiles un à un et de donner une liste, nouvelle, soigneusement expurgée ; on peut maintenant garantir son authenticité, sauf pour les Fusulinidés dont M. Deprat s'était réservé l'étude. M. Dussault a revu une partie de la région étudiée par l'ancien Directeur du service et « ses constatations cadrent « bien mal avec les hypothèses de M. Deprat ». En particulier est « passé sous silence un massif [de micro-« granite] qui ..... couvre un bon quart de l'espace « compris au Tonkin entre la Rivière Noire et le « fleuve Rouge ».

Le mémoire actuel de M. Jacob relate les faits observés par lui personnellement au cours de deux années de recherche sur le terrain ; les « erreurs » de M. Deprat n'y sont signalées qu'accessoirement au cours des descriptions locales ; mais ce mémoire est un véritable coup de massue pour M. Deprat. Jamais on n'aurait pu croire qu'un homme de science fut capable d'avancer et d'imprimer tant de faits manifestement faux. Qu'on en juge par quelques citations :

« Ma coupe, dit M. Jacob (p. 97) diffère totalement « de celle donnée par ..... Tout le détail que figure « cet auteur, est *œuvre de pure imagination.* » Et plus loin : « L'épaisseur des bancs fossilifères est portée « de 3 ou 4 mètres à plus de 50 mètres..... et tous les « fossiles dont M. Deprat émaille la légende de sa « coupe ..... ont été trouvés en des points *bien loin-« tains de celui qui nous occupe.* » Dans la région du col de Keo, il n'y a « là encore *aucune conformité avec les faits* ». M. Jacob a également revu (p. 192), le gisement de Phu-Yen dont « M. Deprat donne une coupe très détaillée avec une succession qui comprendrait » trois étages ; « *tout cela est imaginé de toutes pièces* ». Il n'y a qu'un seul niveau.

Mais il y a plus fort : (p. 103). « Le rocher Notre-« Dame est décrit comme formé de mylonites, de « brèches de *quartzites ardoviciennes ;* or ce rocher... « est la *source de toute la pierre à chaux utilisée dans « le haut du Delta* ».

Il ne s'agit donc pas d'erreurs plus ou moins pardonnables ; il semble qu'il y a eu une véritable mystification. La science et l'Indo-Chine ont complètement perdu les sept années que M. Deprat a passées au Tonkin, pendant lesquelles on ne lui a marchandé aucun crédit. Il faut de toute évidence, recommencer toutes les courses et toutes les cartes dans le détail pour substituer la réalité des faits au produit de l'imagination d'un savant qui n'était pas fou, mais qui était pressé d'éblouir le monde savant par des découvertes sensationnelles et des mémoires de grand format.

Il faut, pour son prestige moral et dans l'intérêt des recherches de géologie pratique que l'Indo-Chine ait le courage de faire réparer par des géologues de grande valeur comme M. Jacob la plus grande malhonnêteté scientifique qui ait jamais été commise.

Paul Lemoine.

Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche, par Louis Roule, professeur au Muséum. In-16 de 172 pages. (*Bibliothèque de culture générale*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

M. Roule a traité la si captivante question des migrateurs des poissons avec toute la science d'un maître depuis longtemps spécialisé dans ces recherches si difficiles : « Que sont ces voyageurs du monde aquatique que l'on voit apparaître par bancs et disparaître à des époques fixes, se montrer un temps, puis repartir sans retour jusqu'à l'année d'après ? Qui les pousse et les conduit ? » C'est le problème que cherche à résoudre M. Roule, et dans ce très intéressant petit volume, il expose l'ensemble des observations qu'il a faites sur les migrations des poissons, leurs causes et leurs conséquences.

L. Ft.

Les champignons de France, par A. MAUBLANC, secrétaire général de la Société Mycologique de France. 1 vol. in-16, relié, de 214 pages, avec 96 planches coloriées et 140 figures. (*Encyclopédie pratique du naturaliste*), Paul Lechevalier, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 15 francs.

Ce petit ouvrage de vulgarisation a été rédigé de manière à satisfaire à la fois amateurs et spécialistes. Fort bien illustré, comme tous les volumes de cette collection, il n'est pas seulement constitué par de belles planches en couleurs accompagnées de bonnes diagnoses des espèces vénéneuses et comestibles les plus utiles à connaître; il renferme également 103 pages de notions générales sur la morphologie, la structure, la biologie, la classification et l'utilisation des champignons.

Avec juste raison l'auteur a pensé qu'il n'était pas impossible de mettre un ouvrage de ce genre au courant des progrès de la science mycologique. A cet effet il a rompu avec les idées qui étaient de tradition, depuis Fries, dans les livres destinés aux amateurs ou aux débutants, et il a adopté une classification en accord avec ce que nous savons maintenant du développement des champignons. Cette amélioration n'a nui en rien à la clarté du texte et n'a pu qu'en augmenter la valeur scientifique.

Une autre innovation des plus heureuses, justifiée par l'extension de l'usage du microscope, consiste dans l'introduction de renseignements sur les caractères microscopiques ; pour chaque espèce étudiée, M. Maublanc a notamment donné une courte description des spores, qui sont d'ailleurs représentées, au moins pour les espèces importantes, dans plusieurs figures d'ensemble. La poche où sont dessinées au même grossissement les spores de 51 basidiomycètes rendra, en particulier, de grands services pour les déterminations.

A. BERTHELOT.

The elements of vegetable histology par C.-W. BALLARD, professeur adjoint à l'Ecole de Pharmacie de l'Université Columbia (U. S. A.) 1 vol. in-8° relié de 246 pages avec 75 figures. J. Wiley and Sons New-York et Chapman and Hall Ltd. 11 Henrietta Street Covent Garden London W. C. 2, — Prix : 17 sh. 6.

Ce petit livre sera très utile à tous les étudiants qui abordent l'étude approfondie de la Botanique. Ils y trouveront des indications théoriques et pratiques qui leur permettront de mieux comprendre comment ont été réalisées toutes les importantes découvertes de l'anatomie et de la cytologie des plantes et les guideront au début de leurs recherches personnelles. Bien qu'il s'agisse d'un ouvrage élémentaire; l'auteur aurait intérêt à introduire notamment, dans la prochaine édition, quelques notions sur le Rouge de Ruthénium et sur les mitochondries.

Ce manuel est abondamment illustré et deux chapitres sur dix-neuf sont consacrés à l'étude du microscope et de ses accessoires.

A. B.

Attardés et précurseurs ; propos objectifs sur la métaphysique et sur la philosophie de ce temps et de ce pays, par MARCEL BOLL. In-18 de 299 pages. Chiron, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

L'auteur présente son livre comme la critique d'une confusion très commune et un plaidoyer pour qu'on s'en déprenne. Sentiment et connaissance sont deux actes s'enchevêtrant dans l'unité de la vie psychique, avec des rôles cependant distincts, l'art visant surtout à l'émotion, même en métaphysique, la science et la philosophie cherchant à savoir. Il veut circonscrire le domaine des sentiments et formule une critique vive de la philosophie de M. Bergson et de celle de M. Boutroux.

Louis BATCAVE.

José Ingenieros y el porvenir de la filosofia, par Julio ENDARA, 5 éd. In-18 de 100 pages. Agencia general di Libreria Rivadaviva, Buenos-Aires.

José Ingenieros a paru à l'auteur le type le plus représentatif de la pensée argentine, cultivant à la fois la sciences et les lettres, professeur à la Faculté de Médecine, enseignant la philosophie à la Faculté des Lettres. Critique historique, neurologie, psychologie, l'œuvre d'Ingenieros s'étend à un domaine vaste. L'auteur espère que pour localisée qu'elle soit elle parviendra à se répandre.

Louis BATCAVE.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Eric Teichman. — Travels of a consular officer in eastern Tibet, together with a history of the relations between Chiva, Tibet and India. In-8° de 248 pages avec 64 planches. — Clay, éditeur, Fetter Lane, London, E. C. 4. — Prix : 25 sh.

Louis Maillard. — Quand la lumière fut. T. I, Les Cosmogonies anciennes. In-8° de 210 pages, avec figures. Presses Universitaires de France.

Maurice de Broglie. — Les Rayons X. (Recueil des Conférences. — Rapports de documentation sur la Physique). In-8° de 164 pages avec figures. Edité par le « Journal de Physique ». — Prix : 15 francs.

W. Margoulis. — Les Hélicoptères. Recherches expérimentales sur le fonctionnement le plus général des hélices. Etudes sur la Mécanique de l'Hélicoptère. In-8° de 91 pages, avec 21 figures et planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Het Natuurkundig Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden. In de Jaren 1904-1922. In-8° de 458 pages avec figures. Eduard Ijdo, éditeur, Leiden.

Edouard Perrin. — Aide-Mémoire de l'Ingénieur-Constructeur en Béton armé. Livre I, 1er fascicule, 5e groupe, n° 1. In-16 de 160 pages, avec figures. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

A. Seyewetz. — Le négatif en photographie, 2e édition. In-16 de 308 pages, avec figures. (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

A. Kling. — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris et documents sur les matières relatives à l'alimentation. II. Matières grasses. Beurre, Cires et Paraffine. Essence de térébenthine. Huiles minérales. In-8° de 328 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 32 francs.

Henry Joly. — Le droit féminin. In-18 de 246 pages. (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

D Capitan. — La Préhistoire. In-18 de 157 pages, avec figures. (*Collectin Payot*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 4 fr.

Paul Bary. — Les colloïdes dans l'industrie. Le Caoutchouc In-8° de VI-255 pages avec 50 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 29 francs.

Dr P. Tissié. — L'Education physique rationnelle. La Méthode. Les Maîtres. Les Programmes. In-16 de 224 pages, avec figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Dr Cestan. — Les Epilespsies. In-18 de 275 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

TABLE DES MATIÈRES

JANVIER A DÉCEMBRE 1922

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités)

ALEXINSKY (Grégoire). — La Science russe en péril, 653.

ASTON (F. W.). — Isotopes et Poids atomiques, 285.

AURIC (A.). — Sur les perfectionnements apportés à la construction des ponts en pierre, 702.

BALY (E. C. C.). — Photosynthèse et assimilation chlorophyllienne, 609.

BÉHAL (A.). HALLER (A.), et MOUREU (Ch.). — La crise de notre industrie chimique organique et la défense nationale, 681.

BELCOT (Constantin). — L'oxydation des chaudières et les méthodes modernes de protection, 492.

BERTHELOT (Dr Albert). — Avantages du contrôle électrométrique de la réaction des milieux dans les industries biochimiques, 167. — Utilité de la farine de malt dans l'alimentation des malades, 812.

BERTHELOT (Daniel). — Les ondes invisibles, 771. — Les carburants nationaux et leur étude scientifique, 789.

BERTRAND (Léon). — La Géologie appliquée, 35.

BESANÇON (Dr Fernand). — Les bases actuelles du problème de la tuberculose, 573.

BONNET-ROY (Dr Flavien). — Essai sur l'évolution de l'Otologie, 727.

BOUGAULT (J.). — Emile Bourquelot (25 juin 1851-26 janvier 1921), 110.

BOUTARIC (A.). — L'ionisation de l'amosphère, 161. — La luminosité du ciel nocturne, 269. — Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère, 340. — L'action chimique de l'effluve électrique et la loi de Faraday, 411. — La téléphotographie, 589.

BRAGG (Sir William). — Les électrons, 213.

BRUNINGHAUS (L.). — La fabrication du verre d'optique. Histoire. Etat actuel, 153. — Quelques applications du microscope, 275. — La structure des surfaces de verre travaillées, 370. — La mesure de l'intensité du son, 838.

BUHL (A.). — Les théories einsteiniennes et le bon sens, 483.

CAPITAN (Dr). — Le crâne fossile de Broken-Hill (Rhodesia), 53. — Les silex tertiaires d'Ipswich, 233.

CARRACIDO (José R.). — Le travail du rein, les glycosuries, 537.

CHAUVOIS (Dr L.). — *Voir Labbé.*

CLAUDE (Georges). — Sur les accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter, 91.

COUSTET (Ernest). — La photographie à la lumière artificielle, 354. — L'Exposition coloniale de Marseille, 441.

DAUPHINÉ (A,). — L'unité de plan morphologique et structural dans les plantes vasculaires, 830.

DEBEAUPUIS. — Les Mines d'étain de la Malaisie britannique, 778.

DELANGE (R.). — Relations entre l'odeur des composés organiques et leur constitution chimique, 505.

DESLANDRES (Henri). — Sur les progrès de la télégraphie sans fil, 141.

DUFRAISSE (Charles), — *Voir Moureu.*

EMBERGER (Louis). — Evolution des plastides dans le règne végétal, 46.

FOCK (A.). — Les récents progrès dans le transport de l'énergie à haute tension, 123. — Le développement de l'automaticité dans les transmissions d'énergie électrique, 227. — Le chauffage au charbon pulvérisé, 554. — Le moteur Diesel compound, 667. — L'automobile électrique, 833.

FOCK (A.). — Le Transsaharien, 401.

FRANCHET (L.). — Emile Cartailhac (1844-1921), 21. — Emile Rivière (1835-1922), 127.

GALLEANO (Giuseppe). — A propos d'un projet de calendrier mensuel fixe, 55.

GANDILLOT (Maurice). — Débat sur la Relativité, 262.

GARNIER (René). — Le mois mathématique à l'Académie des Sciences, 17, 85, 159, 230, 307, 375, 447, 523, 557, 628, 734, 806.

GILIS. — Jean Pecquet (1662 à 1674), 221 et 291.

GIRARD (R.). — Recherches récentes sur l'oxyde de carbone, 195. — Les tendances de l'Industrie de l'Argenture en Angleterre, 267. — L'utilisation scientifique des produits de transformation du charbon, 405.

GUILBERT (Dr Ch.). De l'utilisation de la lampe à trois électrodes, 382.

HALLER (A.). — L'œuvre de Laveran, 378.

HALLER (A.). — *Voir Béhal.*

HANRIOT. — La monnaie, son évolution. Etat actuel, 719. — La monnaie : propriétés et préparation des alliages, 760. — La frappe de la monnaie : fausses monnaies, 796.

JOLEAUD (L.). — La houille dans le Sud Algérien, 341. — Les plus anciennes faunes de Mammifères tertiaires d'Europe, 449. — Un anthropoïde du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord, 490. — L'âge et la formation du lœss, 596.

JULIEN (G.). — Alfred Grandidier (1836-1921), 430.

KILIAN (W.). — Sur le recrutement du personnel des Laboratoires scientifiques, 717.

LABBÉ (M.) et CHAUVOIS (Dr L.). — L'alimentation des enfants dans les Ecoles au plein air, 753.

LACROIX (A.). — La collection de pierres précieuses du Muséum d'Histoire naturelle. Un don magnifique, 773.

LALLEMAND (Ch.). — Le rôle de l'Italie dans les progrès de la Géodésie et de la Géophysique, 629.

LAUFER (Dr René). — Les bases médico-sociales de l'Orientation professionnelle, 541.

LEBESGUE. — Les Professeurs de Mathématiques du Collège de France : Humbert et Jordan ; Roberval et Ramus, 249.

LEMOINE (Georges). — Le développement de la recherche scientifique, 105.

LEMOINE (Paul). — La Sierra de Majorque, 699. — Le Musée géologique régional de l'Université de Montpellier, 736. — Le port submergé de Pharos, près d'Alexandrie, 804.

LOHEST (Max) et BONAPARTE (Prince Roland). — Le Congrès de l'Institut international d'Anthropologie de Liège, 1.

LUSK (Graham). — De l'influence de la Science française sur la Médecine, 177.

MAILHE (A.). — Procédés de transformation des hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers, 825.

MANGIN (L.). — La lutte contre les ennemis des végétaux, 501

MARCHIS. — La navigation aérienne commerciale, 299.
MARINESCO (G.). — Les rapports de l'hérédité avec la biochimie et la chimie physique, 321.
MARTEL (H.) et GERMAIN (R.). — Sur le rouge des salaisons, 89.
MASCARELLI (Prof. Luigi). — Giacomo Gamician (1857-1922), 198.
MAURIAC (Dr Pierre). — La spécificité et la personnalité biologique, 364.
MÉRY (H.) et VAILLANT (R.). — L'Ecole de plein air : internat de Fontaine-Bouillant et ses résultats, 379.
METZ (André). — La réaction universelle, 437.
MOUREU (Charles). — La Confédération des Sociétés scientifiques françaises, 274. — Inauguration des Presses universitaires de France, 381. — La troisième Conférence internationale de la Chimie, 488.
MOUREU (Charles) et DUFRAISSE (Charles). — Sur l'autoxydation : les antioxygénes, 120.
MOYE (Marcel). — L'emploi du courant alternatif dans les postes de réception de T. S. F., 693.

NEGRIS (Ph.). — L'Atlantide, 614.

PAUCOT (R.). — La durée et la conception einsteinienne du temps, 4.
PELLAT (Solange). — Les méthodes modernes de l'expertise en écritures, 329.
PÉREZ (Ch.). — L'enseignement de la Zoologie à la Sorbonne, 69.
PHISALIX (Marie). — Les serpents venimeux, 684.
PICARD (Emile). — La vie et l'œuvre de Pierre Duhem, 465. — Sur la session du Conseil international de recherches tenue à Bruxelles en juillet 1922, 665.

RABAUD (Dr Etienne). — Les Tropismes, 146.
RAZOUS (Paul). — Quelques économies possibles de main-d'œuvre, 514.
REGNAULT (Félix). — L'évolution du Cinéma, 79.
RICHARDS (Théodore W.). — La signification actuelle des poids atomiques, 595.
RIGOTARD (Laurent). — Une association générale des Conservateurs de collections publiques de France, 23. — Réformes et progrès récents dans le domaine agricole, 485. — Les principaux et récents facteurs de la production agricole, 768.
ROUCH (J.). — La prévision du temps à longue échéance, 189. — Shackleton (Sir Ernest), 271. — Le vent en altitude à Bayonne, 594. — Les machines à sonder par grandes profondeurs, 617. — L'amplitude de la marée à la surface du globe, 632. — Sondages par faibles profondeurs, 731.
RUTHERFORD (Sir Ernest). — La désintégration artificielle des éléments, 645.

SAINT-PAUL (Bertrand). — Contribution à l'étude des phénomènes du pendule des sourciers, 363.

THORPE (Sir T. Edward). — Les origines de la Bristish Association et la création du Department of scientific and industrial research, 357. — La théorie électronique de la matière. Les leçons de la guerre, 395.
TROUESSARD (E.). — Les Jardins zoologiques d'Europe en 1912, 580, 617.

VAYSSIÈRES (P.). — La présence de la Fourmi d'Argentine en France, 128. — L'action insecticide de la chloropicrine ; la désinfection des semences de coton, 563. — L'Anthonome et le ver rose de la capsule du coton, 563. — Leur importance économique, 655.
VEIL (S.). — L'intervalle spectral entre les rayons X et la lumière, 125. — La séparation des isotopes du mercure, 198. — La résistance électrique aux grandes densités de courant, 339. — 339. — L'uranium au point de vue métallurgique, 415. — Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique, 524. — Le physicien dans la pratique de l'ingénieur, 776.
VIALA (Pierre). — La Science et la Viticulture, 33.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES (Articles, Notes et Actualités, Académie des Sciences, Nouvelles, Vie scientifique universitaire, Nécrologie)

ABAQUES (Sur les avantages comparés des —) hexagonaux et des Abaques à points alignés, 231.
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS : Séances du : (19 décembre 1921), 27 ; (27 décembre 1921), (3 janvier 1922), 62 ; (9 janvier 1922), 64 ; (16 janvier 1922), 96, (23 janvier 1922), 98 ; (30 janvier 1922), 100 et 134 ; (6 février 1922, 135 ; (13 février 1922), 171 ; (20 février 1922), 173 ; 27 février 1922), 206 (6 mars 1922), 238 13 mars 1922), 239 (20 mars 1922), 240 (27 mars 1922), 279 (3 avril 1922), 281 (10 avril 1922), 315 (18 avril 1922), 317 (24 avril 1922), 319 (1er mai 1922), 348 (8 mai 1922), 350 (15 mai 1922), 386 (22 mai 1922), 388 (29 mai 1922), 419 (6 juin 1922), 420 (12 juin 1922), 457 (19 juin 1922), 460 (26 juin 1922), 495 (5 juillet 1922), 497 (10 juillet 1922), 530k (17 juillet 1922), 531k (24 juillet 1922), 534 (31 juillet 1922), 565 (7 août 1922), 567 (16 août 1922), 568 (21 août 1922), 602 (28 août 1922), 603 (4 septembre 1922), 637 (11 septembre 1922), 637 (18 septembre 1922), 671 (25 septembre 1922), 671 (2 octobre 1922), 711 (9 octobre 1922), 713 (16 octobre 1922), 744 (23 octobre 1922), 746 (30 octobre 1922), 781 ; (6 novembre 1922), 784 (13 novembre 1922), 818 (20 novembre 1922), 821 ; 27 novembre 1922), 845 ; (4 décembre 1922), 849.
ACOUSTIQUE des voyelles (Nouvelles recherches sur la nature de l' —), 448.
AÉRONAUTIQUE (Les tendances actuelles de l' —), 234.
AIR LIQUIDE (Une nouvelle utilisation de l' —), 600.
ALBANIE (La tectonique de l' —), 632.
ALIMENTATION (L' —) des enfants dans les Écoles au plein air, 753.
ALLUVIONS (L'analogie de disposition des —) quaternaires de la vallée du Rhin et de la vallée de la Seine, 560.
AMIDON (Sur la constitution de l' —), 449.
AMMONIAQUE (Sur des accidents observés dans la synthèse de l' —) par les hyperpressions et les moyens de les éviter, 91.
ANTHONOME (L' —) et le Ver rose de la capsule du coton. Leur importance économique, 655.
ANTHROPOIDE (Un —) du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord, 490.
ANTISEPTIQUES (Les —) et la conservation des denrées alimentaires, 775.
ARACHIDES (La culture des —), 600.
ARMÉNIE (L' —), 526.
ARGENTURE (Les tendances de l'industrie de l' —) en Angleterre, 267.
ASSOCIATION (Une —) générale des Conservateurs de collections publiques de France, 23.
ASSOCIATIONS minérales (Causes possibles des —), 89.
ASTÉROIDES (Origine des —), 594.
ATLANTIDE (L' —), 614.
AUDITION et résonance, 231.
AUTOMATICITÉ (Le développement de l' —) dans les transmissions d'énergie électrique, 227.

AUTOXYDATION (Sur l' —). Les antioxygènes, 120.
AVIATION (L' —) en Chine, 739.
AVIONS sans moteur, 88.
AZOTE (Modifications actives de l' —) et de l'hydrogène produites par les rayons 270. — Les procédés de fixation de l' — et la Société des Ingénieurs civils, 345, 453. — (L'industrie de l' —) en Allemagne, 667.

BACILLES (Propriétés des —) tuberculeux biliés, 233.
BALISAGE (L'organisation économique du —) lumineux, 131.
BASES (Les —) médico-sociales et l'Orientation professionnelle, 541.
BIOLUMINESCENCE chez les Cœlentérés, 378.
BLÉ (La production du —), 841.
BOURQUELOT (Émile), 110.
BRITISH ASSOCIATION (Les origines de la —) et la création du Department of scientific and industrial research, 357.

CACAOYER (Sélection du —), 779.
CAFÉ (La production du —) dans nos colonies et les importations en France, 90.
CALENDRIER (A propos d'un projet de —) mensuel fixe, 55.
CALVITIE (La —) précoce, 633.
CAMPHRE (Le —) naturel et le Camphre synthétique, 93.
CARBONISATION (La —) à basse température, source de carburants, 739.
CARBURANTS (Les —) nationaux et leur étude scientifique, 789.
CARTHAILHAC (Émile), 21.
CENTRALE THERMIQUE (Une —) américaine, 842.
CHALEUR PERDUE (L'utilisation de la —) des fours rotatifs, 778.
CHALEUR SOLAIRE (Origine de la —), 376.
CHARBON (Le —) du Chantoung, 842.
CHARBON (La plus puissante couche de —) du monde, 739.
CHARRIAGE (L'ampleur des phénomènes de —) dans la chaîne hercynienne, 774.
CHAUFFAGE (Le —) au charbon pulvérisé, 554.
CHLORE industriel (Le —), 24.
CHLOROPICRINE (L'action insecticide de la —) ; la désinfection des semences de coton, 563.
CIAMICIAN (Giacomo), 198.
CIMENT fondu (Le —) et le béton armé, 203.
CIMENTS (Les —) artificiels à haute résistance, 708.
CINÉMA (L'évolution du —), 79. — Un précurseur du — ; le théâtre optique, 202.
COLLECTIONS (L'utilité des —) régionales d'Histoire naturelle, 634.
COMORES (Le volcan des —), 662.
COMPAS gyroscopiques (Les —) employés dans la marine, 704.
CONFÉRENCE (La troisième —) internationale de la Chimie, 488.
CONGRÈS (Le —) de l'Institut international d'Anthropologie de Liège, 1.
CONSEIL International de Recherches (Sur la session du —) tenue à Bruxelles en juillet 1922, 665.
CONSERVATEURS (Le Congrès de l'association des —) des collections publiques de France, 813.
CONSTRUCTIONS (Les —) navales en Angleterre, aux États-Unis et au Japon, 166.
CONTROLE électrométrique (Avantages du —) de la réaction du milieu dans les industries biochimiques, 167.
COPRAH (Le —) commercial, 562.
COTON (Le —) du Cambodge, 416.
COURANT ALTERNATIF (L'emploi du —), dans les postes de réception de T.S.F., 693.
COURANTS (La mesure des —) de la mer, 663. — Les causes des — de la mer, 841.
CRANE FOSSILE (Le —) de Broken Hill (Rhodesia), 53.
CUISINE (La —) électrique aux États-Unis 813.

DAPHNIES (L'intersexualité chez les—), 22.
DÉSINTÉGRATION (La —) artificielle des éléments, 558, 645.
DÉTERMINISME (Le —) des caractères sexuels secondaires chez les Poissons et les Batraciens, 54. — Le — des caractères sexuels chez les Poissons, 775.
DÉVELOPPEMENT-FIXAGE (Recherches sur le —), 53.
DIASTASE (Recherches sur une —) capable de souder des chaînes carbonées, 54.
DIESEL (Le moteur —) compound, 667.
DIRIGEABLE (Un —) à air raréfié, 276.
DISSOCIATION électrolytique de l'eau et considérations générales sur la conductibilité, 662.
DISSOLUTION DES GAZ (Théorie de la —) dans les liquides, 377.
DUHEM (La vie et l'œuvre de Pierre —), 465.

EAU (L' —) oxygénée pure, 22.
ÉCOLE de plein air (L' —) : internat de Fontaine-Bouillant et ses résultats, 379.
ÉCONOMIES (Quelques —) possibles de main-d'œuvre, 514.
ÉCRITURES (Les méthodes modernes de l'expertise en —), 329.
EFFLUVE ÉLECTRIQUE (L'action chimique de l' —) et la loi de Faraday, 411.
EINSTEINIENNE (La durée et la conception —) du Temps, 4.
ÉLECTRICITÉ (L' —) rurale, 58.
ÉLECTRIFICATION (L' —) des voies ferrées françaises, 815.
ÉLECTROCULTURE (Expériences d' —), 740.
ÉLECTROLYSEURS (Les nouveaux —) à diaphragmes employés dans l'industrie de la soude électrolytique, 635.
ÉLECTRONS (Les —), 213.
EMULSIONS (Ultra sensibilisation des —), 840.
ÉNERGIE à haute tension (Les récents progrès dans le transport de l' —), 123.
ÉNERGIE HYDRAULIQUE (Créations de réserves d' —) aux altitudes élevées, 777.
ENGRAIS CHIMIQUES (Propagande pour développer l'emploi des —), 416.
ENSEIGNEMENT (L' —) de la Zoologie à la Sorbonne, 69.
ENTOMOLOGIE appliquée (Un curieux exemple d' —), 528.
ÉTAIN (Les mines d' —) de la Malaisie britannique, 778.
ÉVAPORATION et écoulement, 598.
EXPÉDITION (L' —) polaire de Stefansson au Nord de l'Alaska, 491.
EXPOSITION (L' —) coloniale de Marseille, 441.

FAUNES (Les plus anciennes —) de Mammifères tertiaires de l'Europe, 449.
FÉCONDATION artificielle des œufs de Nereis, 342.
FER (L'épuisement de nos ressources en —), 815.
FICHE (La —) sanitaire individuelle et l'Institut de la Prévoyance médicale, 665.
FILS métalliques explosant sous l'action de la décharge, 838.
FOIE (Origine du sang dans le —) embryonnaire des Mammifères, 810.
FOURMI (La présence de la —) d'Argentine en France. Moyens de lutte, 128.

GALVANOMÈTRE (Un —) acoustique pour la mesure des petits courants alternatifs, 270.
GALY-CAZALAT, inventeur de l'acier dit « Bessemer », 599.
GÉNÉLITE (Un alliage pour paliers, la —), 526.
GÉODÉSIE (Le rôle de l'Italie dans les progrès de la —) et la Géophysique, 629.
GÉOLOGIE (La —) appliquée, 35.
GLACE (Fabrication de la —) à l'aide de l'eau de mer, 204.
GLACIERS (Les variations des —) suisses, 310.
GRAISSES (Les —) alimentaires d'huiles, 202.
GRANDIDIER (Alfred), 430.
GREFFE (La —) des yeux chez les Mammifères Amphibiens et Poissons, 490. — La — des yeux et la vision, 737.
GRIPPE (Essais de traitement de la —) par l'hépothérapie sous-cutanée, 664.
GUADELOUPE (La —), 735.

HÉLIOTHÉRAPIE (Sur le mécanisme de —), 701.
HÉLIUM (La première utilisation de l' —) en aéronautique, 527.
HÉRÉDITÉ (Les rapports de l' —) avec la Biochimie et la Chimie physique, 321.
HOUILLE (La —) dans le Sud Algérien, 341.
HOULES (La prédiction des —) du Maroc, 21.
HUILES ESSENTIELLES nouvelles du Tonkin, 634. — (Pouvoir antiseptique des —), 737.
HYDRAULIQUES (Les ressources —) du Canada, 236.
HYDROGLISSEURS (Les —), aux colonies, 236.
HYPERSENSIBILISATION par teinture, 126.

ILES ALLEMANDES (Les anciennes —) du Pacifique, 412.
INDICE DE RÉFRACTION (Variations d' — au voisinage de la surface du verre, 448)

INDUCTION (Chauffage par —) à haute fréquence, 807.
INDUSTRIE chimique organique (La crise de notre —) et la Défense nationale, 681.
INDUSTRIE (L' —) frigorifique, 24.
INDUSTRIES (Les —) minières en Indo-Chine, 452.
INFECTION cholérique (Recherches sur le mécanisme de l' —) et de la vaccination par voie buccale, 342.
INSECTES (Les —) acéphales et les greffes de la tête, 525.
INSTITUT (L' —) de chimie industrielle de l'Université de Bucarest, 492.
INJECTIONS (Les —) intra-cardiaques, 131.
INTERVALLE SPECTRAL (L' —) entre les rayons X et la lumière, 125.
IONISATION (L' —) de l'atmosphère, 161. — Sur l' — des gaz pendant les réactions chimiques, 232. — produite par les électrons, 308. — Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique, 524.
ISOTOPES (La séparation des —) du mercure, 198. — et poids atomiques, 285. — — (Les) de l'étain, 629.

JARDINS zoologiques (Les —) d'Europe en 1912, 580, 617.
JUBILÉ (Le —) scientifique de M. Henry Le Chatelier, 162.
JUTE (Le —), 561.

LABORATOIRE (Un nouveau —) d'essais électriques à 200.000 volts, 167.
LAMPE à trois électrodes (De l'utilisation de la —), 382.
LAVERAN (L'œuvre de —), 378.
LEMOINE (L'œuvre du chimiste Georges —) 808.
LIMON (Origine du —) (ergeron) des environs de Paris, 808.
LŒSS (L'âge et la formation du —), 596.
LUMINESCENCE produite par l'action des flammes, 51.
LUMINOSITÉ (La —) du ciel nocturne, 269.

MACHINES à sonder (Les —) par grandes profondeurs, 624.
MAGNÉTIQUE (Un modèle —) de la constitution de l'atome, 487.
MALT (Utilité de la farine de —) dans l'alimentation des malades, 811.
MANGANÈSE (Le —) normal dans les végétaux, 89.
MARÉE (L'amplitude de la —) à la surface du globe, 632.
MATIÈRE (Conception relativiste de la —), 661.
MERSENNE (Le Père— et Galilée, 836.
MICRO-ANALYSE (La —) organique et gravimétrique, 631.
MICROSCOPE (Quelques applications du —), 275.
MOBILISATION (La —) scientifique et technique, 59. — Le problème de la — technique et scientifique, 201.
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences : (novembre 1921), 17 ; (décembre 1921), 85 ; (janvier 1922), 159 ; (février 1922), 230 ; (mars 1922), 307 ; (avril 1922), 375 ; (mai 1922), 447 ; (juin 1922), 523 ; (juillet 1922), 557 ; (août 1922), 628 ; (septembre 1922), 734 ; (octobre 1922), 806.
MONNAIE (La —). Son évolution. État actuel, 719. — La — : propriétés et préparation des alliages, 760. — La frappe de la monnaie : fausses monnaies, 796.
MOTEURS DIESEL (L'emploi des —) dans les réseaux de distribution et d'alimentation hydro-électrique, 816.
MOTEUR STILL (Le —), 310.
MOULE (Répartition géographique de la —) comestible sur les côtes de France, 699.
MUSÉE géologique (Le —) régional de l'Université de Montpellier, 736.

NAVIGATION (La —) aérienne commerciale, 299.
NAVIRES ALLEMANDS (Les —) à moteur, 813.
NAVIRES A MOTEUR (La construction mondiale des —), 454.
NÉCROLOGIE : Baudin (Louis), 27 ; Jordan (Camille), 95 ; Ciamician (Giacomo), 96 ; Shackleton (Ernest), 96 ; Ranvier (Louis), 278 ; Guye (Ph.), 314 ; Benoît (René), 315 ; Solvay (Ernest), 386 ; Favé (Louis), 529 ; Bellul Graham Bell, 529 ; Bouty (Edmond), 744 ; Lemoine (Georges) 781.
NICKEL (Les minerais de —) au Yunnam, 668.
NOMOGRAPHIE (L'histoire de la —), 197. — A propos des principes fondamentaux de la —, 410.
NOUVELLES, 25, 59, 94, 133, 169, 205, 238, 277, 312, 347, 384, 417, 455, 493, 528, 563, 600, 636, 669, 709, 741, 779, 816, 843.
NOYAUX (La constance du nombre des —) dans les divers organes d'un Rotifère, 664.

ODEUR (Relations entre l' —) des composés organiques et leur constitution chimique, 505.
ŒUF (Biologie de l' —) de Sabellaria, 165.
OR (Une nouvelle mine d' —) près de Singapore, 416.
OTOLOGIE (Essai sur l'évolution de l' —), 727.
OXYDATION L' —) des chaudières et les méthodes modernes de protection, 492.
OXYDE DE CARBONE (Recherches récentes sur l' —), 195.

PALMIER PÉJIBAYE (Le —) de l'Amérique tropicale, 668.
PAPAYER (Composition du fruit de —), 311.
PARENCHYME (Recherches sur le —) des vers plats, 414.
PARTICULES α (Utilisation des —) comme détonateurs, 697.
PASSAGE du Nord-Est, Le —), 451.
PÊCHES (La Semaine des —) de la Rochelle, 311.
PECQUET (Jean), 221, 291.
PERFORATION (L'inventeur de la —), 527.
PHARE (Un —) d'aviation, 562.
PHOSPHATES (Les —) du Maroc, 56.
PHOTOGRAPHIE (La —) à la lumière artificielle, 334.
PHOTOSYNTHÈSE et assimilation chlorophyllienne, 609.
PHYSICIEN (Le —) dans la pratique de l'ingénieur, 776.
PIERRES PRÉCIEUSES (La collection de —) du Muséum d'Histoire naturelle. Un don magnifique, 773.
PLAINE (Pourquoi on ne voit pas la —) du haut des montagnes, 734.
PLANAIRES (La reproduction des —), 450.
PLASTIDES (Évolution des —) dans le règne végétal, 46.
PLUIE (La variabilité de la quantité de —) d'une année à l'autre, 341.
PÉTROLE (Le —) du Siam, 311. — Le —, 598.
POIDS ATOMIQUES (La signification actuelle des —), 595.
POISSONS (La recherche des bancs de —), 235.
POMPES (Mesure de rendement des —) par la méthode thermométrique, 697.
PONTS en pierre (Sur les perfectionnements apportés à la construction des —), 762.
PORT (Le —) de Brest, 58. — Le — submergé de Pharos, près d'Alexandire, 804.
POUSSIÈRES (Précipitation électrique des —) et des fumées), 707.
PRESSES UNIVERSITAIRES (Inauguration des —) de France, 381.
PRODUCTION AGRICOLE (Les principaux et récents facteurs de la —), 768.
PRODUITS DE TRANSFORMATION du charbon (L'utilisation scientifique des —), 405.
PROFESSEURS (Les —) de mathématiques du Collège de France : Humbert et Jordan ; Robervale et Ramus, 249.
PROJECTEUR A ARC sans ombres portées, 452.
PROJET d'organisation d'une station météorologique Atlantique, 52.
PROTOPLASMA (Effets de l'acide carbonique sur le —), 633.
PSEUDO-BERIBERI (Le —), 451.

QUINIDINE (La —) dans le traitement de l'arythmie complète du cœur, 23.

RADIOMÉTALLOGRAPHIE (La —), 131.
RAFFINAGE (L'évolution de l'industrie du —) du pétrole en France, 635.
RAISIN (Les diverses utilisations du —), 237.
RAYONNEMENT (Nouveau —) à courte longueur d'onde, 807.
RAYONNEMENT de l'atmosphère (Recherches sur le —), 340.
RÉACTION (La —) universelle, 437.
RECHERCHE SCIENTIFIQUE (Le développement de la —), 105.
RECENSEMENT (Le —) de la population en France et en Algérie en 1921, 166.

RECONSTRUCTION des ouvrages d'art des Chemins de fer du Nord et de l'Est, 92.
RECRUTEMENT (Sur le —) du personnel des laboratoires scientifiques, 717.
RÉFORME (La —) de l'enseignement secondaire, 273.
RÉFORMES et progrès récents dans le domaine agricole, 485.
REIN (Le travail du —), les Glycosuries, 537.
RELATION entre la composition et la stabilité du verre, 310.
RELATIVITÉ (Débat sur la —), 262.
RENFORCEMENT très intense, 309.
RÉPUBLIQUE ARGENTINE (La —): sa situation économique, 201.
RÉSEAU (Un —) suisse d'énergie à 135.000 volts, 452.
RÉSISTANCE (Limites de —) au froid des chenilles, 130. — Les limites de la — des animaux à la dessiccation, 597.
RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE (La —) aux grandes densités de courant, 339.
RÉVÉLATEUR concentré d'emploi universel, 738.
RICHESSE (La —) du sous-sol chinois, 343.
RICINS (Les —) d'Indo-Chine, 455
RIGIDITÉ (La —) de la Terre d'après des expériences récentes, 86.
RIVIÈRE (Émile), 127.
ROUGEOLE (Prophylaxie de la —) par les injections préventives de sérum de convalescent, 525.

SALAISONS (Sur le « rouge » des —), 89.
SCIENCE (La —) et la Viticulture, 33. — De l'influence de la — française sur la médecine, 177. — La — russe en péril, 653.
SECRÉTIONS (Les —) de l'œuf et la fécondation, 200. — Les — internes chez les Amphibiens, 412.
SERPENTS (Les —) venimeux, 684.
SHACKLETON (Sir Ernest), 271.
SIDÉRURGIE (Les progrès de la —), 562.
SIERRA DE MAJORQUE (La —), 699.
SILEX (Les —) tertiaires d'Ipswich, 233.
SOCIÉTÉS scientifiques françaises (La Confédération des —), 274.
SOIERIES (La production lyonnaise des —) en 1921, 738.
SOJA (L'utilisation des graines de —), 384.
SON (La mesure de l'intensité du —), 838.
SONDAGES par faibles profondeurs, 731.
SONOMÈTRE (Le —) optique de Hilger, 560.
SONS (Intensité minima des —) perceptibles pour l'oreille dans le cas des fréquences élevées, 697. — Étude expérimentale de la propagation du — dans l'atmosphère, 698.
SORGHO (Le —), son emploi pour l'alimentation du bétail, 416.
SOUCHET (Le —) comestible (*Cyperus esculentus* L.), 236.
SOURCIERS (Contribution à l'étude des phénomènes du pendule des —), 343.
SPÉCIFICITÉ (La —) et la personnalité biologique, 364.
STABILITÉ (La —) des atomes, 410.
STRUCTURE (La —) des surfaces de verre travaillées, 370.
SULFURE DE ZINC (Sur le —) phosphorescent, 487.
SYRIE (La —), sa valeur agricole, son avenir, 454.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL (L'état actuel de la —) et ses applications scientifiques, 19. — Sur les progrès de la —, 141.
TÉLÉPHOTOGRAPHIE (La —), 589.
TEMPS (La prévision du —) à longue échéance, 189.
TERRE-NEUVE, 774.
TEST-OBJETS pour l'étude du pouvoir séparateur du microscope, 735.
THÉORIES einsteiniennes (Les —) et le bon sens, 483.
THÉORIE (La —) électronique de la matière. Les leçons de la guerre, 393.
TRANSPORTS FRIGORIFIQUES, 132.
TRANSSAHARIEN (Le —), 101.
TREMBLEMENT de terre (Les enseignements du —) pyrénéen de novembre 1920, 448.
TROPISMES (Les —), 146.
TOGO (Le —), 343.
TUBERCULOSE (Les bases actuelles du problème de la —), 573.
TUNGSTÈNE (Les gisements chinois de —), 346.

URANIUM L' —) au point de vue métallurgique, 115.
URÉE (L' —), engrais azoté de forte concentration, 383.
USINE (Une nouvelle —) hydroélectrique, 346.

VARIATIONS (Sur l'origine des —), 663.
VÉGÉTAUX (Les —) aromatiques de Madagascar, 93. — La lutte contre les ennemis des —, 501.
VENT (Le —) en altitude à Bayonne, 594.
VERRE (Les progrès de l'industrie du —), 526.
VERRE d'optique (La fabrication du —). Histoire. État actuel, 153.
VERRES D'OPTIQUE (Une nouvelle méthode pour assembler les —), 91.
VIE scientifique universitaire, 26, 59, 95, 133, 170, 205, 238, 277, 312, 348, 385, 418, 456, 494, 529, 564, 601, 637, 670, 709, 743, 779, 817, 841.
VIE (La durée de la —) chez une mouche et chez l'homme, 561.
VINS (L'analyse dite commerciale des —), 843.
VOL (Le —) à la voile, 126.
VOYAGE (Le —) de la « Curieuse » aux îles Kerguelen, 380.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chronique Bibliographique, Publications nouvelles)

ACHALME (Dr). — Les édifices physico-chimiques, 66.
ADAMS (Roger). — Synthèses organiques, 66.
AGENDA LUMIÈRE-JOUGLA, 1922, 428.
AJUSTEMENT (L' —) et l'essai des objectifs de lunettes, 640.
ALEMBERT (Jean d'). — Traité de dynamique, 568.
ANDOYER (H.). — L'œuvre scientifique de Laplace, 715.
ANDRADE (J.). — Les organes réglants des chronomètres, 674.
ANDRIMONT (d'), FRAIPONT (C.) et ANTHOINE (R.). — La géologie mise à la portée de tous, 211.
ANNALES hydrographiques, 639.
ANNALES des postes et des télégraphes, 176.
ANNÉE (L' —) biologique, 245.
ANNUAIRE LAMBERT, 643.
ANSTETT. — Cours d'analyse et d'essai de matériaux de construction, 788.
APOSTOL (Paul) et MICHELSON (Alexandre). — La lutte pour le pétrole et la Russie, 427.
APPELL (P.). — Éléments de la théorie des vecteurs et de la géométrie analytique, 715.
ARTHUS (Maurice). — De l'anaphylaxie à l'immunité, 674.
ASTIER. — Formulaire, 245.
AUGER (Victor). — Les principes de l'analyse chimique, 391.

BALLARD (C-W.). — The elements of vegetable histology, 852.
BARRÉ (M.-E.). — Éléments d'électrotechnique générale, 673.
BAUD (M.-P.). — Les industries chimiques régionales de la France, 642.
BESREDKA (Dr A.). — Histoire d'une idée. L'œuvre de Metchnikoff, 391.
BERGSON (Henri). — Durée et simultanéité, 748.
BERTHELOT (Daniel). — La physique et la métaphysique des théories d'Einstein, 604.
BIGELOW (Frank). — A meteorological treatise in the circulation and radiation in the atmospheres of the eart hand of the sun, 284.
BLANC (M.-A.). — Rayonnement. Principes scientifiques de l'éclairage, 425.

Bloch (Léon). — Théorie cinétique des gaz, 352.
Bohn (Georges). — Le mouvement biologique en Europe, 212.
Boileau (Ch.). — Le chauffage électrique, 32.
Boissonnade (P.). — Le travail dans l'Europe chrétienne au moyen âge, 212.
Boll (Marcel). — La science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains, 752. — Attardés et précurseurs, 852.
Borel (Émile). — L'espace et le temps, 283
Boullanger (Eugène). — Malterie et Brasserie, 426.
Bourcart (Jacques). — L'Albanie et les Albanais, 355. — Les confins albanais administrés par la France, 638.
Bourgeois (R.) et Noirel (H.). — Géodésie élémentaire, 851.
Braive (J.). — Formulaire des Centraux, 569.
Branislav Petronievics. — L'évolution universelle, 320.
Brachet (A.). — Traité d'embryologie des Vertébrés, 103.
Brunhes (Jean) et Vallaux (Camille). — La Géographie de l'Histoire, 246.
Buchner (Paul). — Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose, 571.
Burkitt (M.-C.). — Prehistory, 246.

Campbell (Morman-Robert). — Modern electrical theories, 673.
Cantineau (F.-L.). — Commissions anglaises relatives à l'emploi des composés de plomb dans les travaux de peinture, 103. — La Céruse, 103.
Carnoy (Albert). — Les Indo-Européens, 787.
Cartan (E.). — Leçons sur les invariants intégraux, 605.
Catalogue of Cretaceous bryozoa, 786.
Caullery (M.). — Le parasitisme et la symbiose, 67.
Cazeneuve (Paul) et Morel (Albert). — Résumé analytique du Cours de Chimie organique, 243.
Celmar (L.). — L'âme et ses réincarnations, 67.
Cellule (La), 462.
Chautard (Jean). — Les gisements de pétrole, 355.
Chauveau (B.). — Électricité atmosphérique, 673.
Chevallier (Aug.). — Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre, 426.
Clapham (Ch.-B.). — Metric system for engineers, 31.
Clerc (L.-P.). — Science, technique et industries photographiques. T. I., 677.
Clerc-Rampal (G.). — Les Navires, 355.
Conteneau (Dr). — La civilisation assyro-babylonienne, 787.
Cornubert (R.). — Dictionnaire français-anglais-allemand de mots et locutions intéressant la Physique et la Chimie, 638.
Coustet (Ernest). — Où en est la photographie, 570.
Cruveihier (P.). — Les principaux résultats des nouvelles fouilles de Suse, 675.
Cumberbatch (Dr Elkin-P.). — Diathermy, 787.
Cunningham (E.). — Relativity. The electron theory and gravitation, 390.
Cushman (J.-A.). — Foraminifera of the Philippine and adjacent seas, 641.

Davison (Charles). — A manual of seismology, 390.
Delafosse (Maurice). — Les Noirs de l'Afrique, 425.
Delphy (Jean). — Études sur l'organisation et le développement des Lombriciens linicoles thalassophiles, 716.
Desesquelle et Niewenglowski. — Dictionnaire pratique de Médecine et d'Hygiène, 571.
Dupré (Michel). — La Gymnastique sportive, 176.
Dwight Saunderson (E.). — Insect pests of farm, garden and orchard, 675.

Eddington (A.-S.). — Espace, Temps et Gravitaion, 101.
Emanaud (E.). — Géométrie perspective. 352.
Endara (J.). — José Ingenieros y el porvenir de la filosofia, 852.
Escard (Jean). — L'aluminium dans l'industrie, 176.
Fabre (J.-H.). — Souvenirs entomologiques, 641.
Favre (Louis). — Culture générale, méthode scientifique, esprit scientifique, 676.
Fowler (A.). — Report on series in line spectra, 569.
Freud (Simon). — Introduction à la psychanalyse, 607.
Fuller (Henri-C.). — The Chemistry and analysis of drugs and medicines, 243.

Galippe (V.) et Soufflaud (Mme G.). — La vie de la matière, 676.
Gattefossé (R.-M. et J.). — Nouveaux parfums synthétiques, 248.
Gasté (Maurice de). — La bêtise humaine et la science de la vie, 642.
Gentil (Louis). — Carte géologique provisoire du Maroc, 210.
Glasson. — La guerre future, 678.
Goffart (Jules). — Les premières leçons de chimie, 716.
Goursat (Edouard). — Leçons sur le problème de Pfaff, 605.
Gravis (A.). — Éléments de morphologie végétale, 606. — Éléments de physiologie végétale, 606.
Gray (Andrew). — Absolute measurements in Electricity and Magnetisme, 391.
Guiart (J.) et Grimbert (L.). — Précis de diagnostique chimique, microscopique et parasitologique, 425.
Guillet (L.), Traité de métallurgie générale, 247.
Guye (Ch.-Eug.). — L'évolution physico-chimique, 605.
Hackspill (L.). — L'Azote, 678.
Hawk (Philip B.). — Practical physiological chemistry, 675.
Hicks (W.-M.). — A treatise on the analysis of spectra, 424.
Hovelaque (Émile). — Le Japon, 138.
Huc (P.). — Manuel du tanneur, mégissier, corroyeur, 752.
Huguet (L.) et Suffrin-Hébert (M.). — Calculs aérodynamiques des avions, 607.
Humbert (Pierre). — Introduction à l'étude des fonctions elliptiques, 352.

Jacob (Ch.). — Etudes géologiques dans le Nord-Annam et le Tonkin, 851.
Jacob (L.). — La résistance de l'air et l'expérience, 750.
Janet (Charles). — Considérations sur l'être vivant, IIe partie, 786.
Joltrain (Dr Ed.). — La peste, 463.
Jumelle (H.). — Les huiles végétales, 427,
Juppé (Fernand). — L'apothicairerie en Béarn, 787.

Kling (A.). — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris, 640.

Lacroix (A.). — Minéralogie de Madagascar, T. I, 500.
Lambling (E.). — Précis de biochimie, 787.
Lamotte (Marcel). — Cours de mécanique appliquée, 785.
Laplace (P.-S.). — Essai philosophique sur les probabilités, 715.
Lasseur (Ph.) et Spillmann (L.). — Réactions anticorps. Étude quantitative de la fixation de l'Alexine, Fasc. I, 102.
Ledoux-Lebard (R.) et Dauvillier (A.). — La Physique des rayons X, 424.
Leduc (Stéphane). — L'énergétique de la vie, 462.
Lefebure (Victor). — L'énigme du Rhin, 677.
Lemeray (E.-M.). — Leçons élémentaires sur la gravitation d'après la théorie d'Eintein, 750.
Lemoine (Paul). — Traité pratique de Géologie, 606.
Le Rouzic (Z.). — Les monuments mégalithiques de Carnac et de Locmariaquer. Leur destination. Leur âge, 464.
Le Rouzic (Z.). Péquart (M. et Mme St-Just). — Carnac, Fouilles faites dans la région, 752.
Lesur (Léon). — Théorie de la combustion et utilisation des combustibles, 392.
Lévy (Paul). — Leçons d'analyse fonctionnelle, 672.
Lewkowitsch (J.). — Chemical technology and analysis of oils, fats and waxes, 535.
Ligginson (Edwin-W.). — Vade-mecum de l'inventeur, 643.
Lœb (J.). — Les protéines et la théorie de leurs propriétés colloïdales, 674.
Loir (A.) et Legangneux (A.). — Précis de muséologie pratique, 607.
Lorquet (Paul) — L'Art et l'Histoire, 675.

LUMIÈRE (Auguste). — Rôle des colloïdes chez les êtres vivants, 571.

MAC LEOD (A.). — Introduction à la géométrie non-euclidienne, 749.
MACALISTER (R.-A.-S.). — A Text-book of European archeology, 536.
MANCINI (Nicollo). — Magnetizzazione della elettricita, 462.
MAROGER (E.). — La goutte d'eau, 679.
MARTINDALE et WESCOTT .— The extra pharmacopœia, 641.
MARTONNE (Em. de). — Les régions géographiques de la France, 425.
MAUBLANC (A.). — Les champignons de France, 852.
MAURAIN (Ch.). — Répertoire de Laboratoires français, 210.
MAURETTE (Fernand). — Les grands marchés des matières premières, 644.
MAXWELL (Dr J.). — La Magie, 788.
MILLER (Émile). — Pour qu'on aime la Géographie, 464.
MOLLIARD. — Nutrition de la Plante, 247.
MONTESSUS DE BALLORE (R. de). — Index Generalis, 31.
MOREUX (Th.). — Où en est l'astronomie, 101.
MORGAN (Jacques de). — L'humanité préhistorique, 31.

NELSON COURTLAND. — Forest products. Their manufacture and use, 427.
NERNST (W.). — Traité de chimie générale, T. I, 243.
NEVEUX (M.-V.). — Stations centrales. Postes de tranformation et lignes de transmission de force, 390.
NEVILLE (E.-H.). — The fourth dimension, 210.
NORDMANN (Charles). — Einstein et l'Univers. Une lueur dans le mystère des choses, 242.

OLLIVIER (H.). — Cours de physique générale. T. I, 138.
OSBORN (H.-F.). — L'origine et l'évolution de la vie, 139.
OUVRAGES récemment parus, 32. 68, 104, 140, 176, 212, 248, 356, 392, 428, 464, 572, 608, 644, 680, 716, 572, 788, 852.

PARIS (P.). — Faune de France, II, les Oiseaux, 245.
PARREL (Dr G. de). — Précis de thérapeutique médicale oto-rhino-laryngologique, 463.
PASCAL (Paul). — Métallurgie, 247.
PATTERSON (Austin-M.). — A French-English dictionnary for chemists, 464.
PENARD (E.). — Études sur les infusoires d'eau douce, 570.
PERROT (Émile) et GENTIL (Louis). — Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques, 680.
PETIT (Victor). — Guide du soudeur au pétrole. Géologie appliquée, 679.
PETROVITCH (Michel). — Mécanismes communs aux phénomènes disparates, 423.
PHISALIX (Mme). — Les animaux venimeux et les venins, 243.
PICARD (Roger). — Le contrôle ouvrier sur la gestion des entreprises, 427.
PITOIS (E.). — Le secret du temps de pose, 210.
POINCET. — Turbines à vapeur, 677.
POIRÉE (J.).— Précis d'arithmétique, 749.
POMEY J.-B.). — Analogies mécaniques de l'électricité, 423.
PORGET, AMALRIC et LEONARDON. — Esquisse agronomique et agrologique de la région de Sétif, 643.

RABAUD (Etienne).— Éléments de biologie générale, 139.
RAFFALOVICH (Arthur). — Le problème financier russe. La dette publique de la Russie, 677.
RANC (Albert). — Les ingénieurs et la guerre. La mobilisation technique et scientifique, 353.
RAZOUS (Paul). — Les scieries et les machines à bois, 356.
ROUCH (J.). — Le Pôle sud, 354.
ROUBERTY (J.). — Manuel de sucrerie, 643.
ROUELLE (Jean). — La fonte, 426.
ROUGIER (Louis). — La Structure des théories déductives, 676.
ROULE (L.). — Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche, 851.
ROSNY (G.-H.). — La Science et le pluralisme, 642.
ROY (Louis). — Cours de Mécanique, T., 423.
RUTOT (A.). — La vie, ce qu'il faut en savoir, 642.

SALIN (Edouard). — Le cimetière barbare de Lezéville, 641.
SANCEY (A.). — Guide pour reconnaître facilement la plupart des champignons comestibles, 245.
SAVOIE (A.). — Meunerie, boulangerie, pâtisserie, 680.
SCHMITT (Waldo). — The marine decapod crustacea of California, 570.
SCRINI et FORTIER (Drs). — Manuel pratique pour le choix des verres de lunettes et l'examen de la vision, 640.
SMITH (Annie-Lorrain). — Lichens, 641.
SOLOVINE (Maurice). — Science et Civilisation, 66.
STEINMETZ (Ch. Pr.). — L'industrie électrique, 138.
STEPHANIDÈS (Michel C.). — Essai d'une extension de l'inertie, 462.

TEICHMAN (Eric). — Travels of a consular in North-West China, 426.
TERMIER (Pierre). — A la gloire de la Terre, 750.
THOMSON (J.-J.). — Electricité et matière, 715.
TILLIEUX (J.). — Leçons élémentaires de physique expérimentale selon les théories modernes, 786. — Essai d'un Traité élémentaire de Physique selon les théories modernes, 786.

VESSIOT et MONTEL. — Cours de Mathématiques générales de la Faculté des Sciences de Paris, 283.
VILAR (Albert). — La gamme majeure des physiciens aux musiciens, 638.
VINCENT (Maxime). — Essai sur les principes des théories physiques suivi d'une théorie dynamique de la masse, 673.
VOISIN (Jean). — Les Métaux précieux 572.

WAGUET (Pierre). — Géologie agricole du département de l'Oise, 212.
WAQUEZ (Dr H.). — Maladies du cœur, 570.
WARCOLLIER (R.). — La Télépathie, 426.
WILBOIS (Joseph). — La nouvelle éducation française, 391.
WORMS (René). — La sociologie, sa nature, son contenu, ses attaches, 68.
WUITNER (E.). — Les algues marines des côtes de France, 751.

IV. — TABLE DES FIGURES

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Evolution des plastides dans le règne végétal, *pages* : 47, 48, ... 49, 50

8, Le crâne fossile de Broken-Hill (Rhodesia), *page*..... 54

9, Sur des accidents observés dans la synthèse dè l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter, ... *page* : 91

10, 11, 12. La présence de la Fourmi d'Argentine en France, *pages* : 129 130

13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. La fabrication du verre d'optique. Histoire. Etat actuel, *page* : 158

25, 26, 27. Les électrons, *pages* : 216, 220

28. Les silex tertiaires d'Ipswich, *page* : 223

29, 30. Isotopes et poids atomiques, *pages* : 287 288

31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38. La photographie à la lumière artificielle, *pages* : 334, 335, 336, 337, 339

39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50. La structure des surfaces de verre travaillées, *pages* : 370, 371, 372, 373, 374

51, 52. Quelques économies possibles de main-d'œuvre, *pages* 516, 520

53, 54, 55. Les Jardins zoologiques d'Europe en 1912, *pages* : 584, 585 588

56, 57, 58. La Téléphotographie, *pages* : 590, 591, 593

59, 60, 61, 62, 63. Les Jardins zoologiques en 1912 (suite), *pages* : 618, 619, 620 ..... 621, 262

64, 65, 66, 67, 68,69. Les machines à sonder par grandes profondeurs, *pages* : 625, 626, 628 629

71, 72. La désintégration particlle des éléments, *pages* : 649, 651

73, 74, 75. L'Anthonome et le ver rose de la capsule du coton, *pages* : ... 656, 659

76, 77. L'emploi du courant alternatif dans les postes de réception de T. S. F. *pages* : 695, 696

78, 79, 80, 81. Sur les perfectionnements apportés à la construction des ponts en pierre, *pages* : 702, 703, 701

82, 83, 84. La monnaie. Son Evolution, Etat actuel, *pages* : 722 723

85, 86, 87. Sondages par faibles profondeurs, *pages* : 782, 783

88. La frappe de la Monnaie : fausses monnaies, *page* : 800

89, 90, 91, 92. La cuisine électrique aux Etats-Unis, *page* : 814

93, 94, 95, 96, 97, 98, 99. L'automobile électrique. *pages* : 834, 835

V. — ABRÉVIATIONS

A. A. — Auric.
A. B. — Alb. B. — Dr A. Berthelot.
A. Bc. — Az. — A. Boutaric.
A. Drz. — A. Bohn-Drzewina.
A. F. — A. Foch.
A. L. — A. Lécaillon.
Bgd. — Bouligand.
A. R. — R. L. A. Rigaut
Dp. — Debeaupuis.
E. C. — E. Coustet.
L. Ft. — Fr. — L. Franchet.
J. R. — J. Rouch.
L. B. — L. Batcave.
L. Br. — L. Bruninghaus.
L. R. — L. Rigotard.
P. G. — P. Guérin.
P. L. — P. Lemoine.
P. La. — P. Larue.
R. D. — R. Dongier.
R. G. — R. Girard.
S. R. — Secrétariat de la rédaction.
S. V. — S. Veil.

L'Imprimeur-Gérant : A. DESNOES.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité. Ateliers ; 26-28, Boulevard du Château, Angers
Bureaux : 2 Rue Monge Paris, Ve

I. - TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités)

ALEXINSKY (Grégoire). - La Science russe en péril,
ASTON (F. W.). - Isotopes et Poids atomiques,
AURIC (A.). - Sur les perfectionnements apportés à la construction des ponts en pierre,
BALY (E. C. C.). - Photosynthèse et assimilation chlorophyllienne,
BEHAL (A.). HALLER (A.), et MOUREU (Ch.). - La crise de notre industrie chimique organique et la défense nationale,
BELCOT (Constantin). - L'oxydation des chaudières et les méthodes modernes de protection,
BERTHELOT (Dr Albert). - Avantages du contrôle électrométrique de la réaction des milieux dans les industries biochimiques,
BERTHELOT (Dr Albert). - Utilité de la farine de malt dans l'alimentation des malades,
BERTHELOT (Daniel). - Les ondes invisibles,
BERTHELOT (Daniel). - Les carburants nationaux et leur étude scientifique,
BERTRAND (Léon). - La Géologie appliquée,
BESANCON (Dr Fernand). - Les bases actuelles du problème de la tuberculose,
BONNET-ROY (Dr Flavien). - Essai sur l'évolution de l'Otologie,
BOUGAULT (J.). - Emile Bourquelot (25 juin 1851-26 janvier 1921),
BOUTARIC (A.). - L'ionisation de l'amosphère,
BOUTARIC (A.). - La luminosité du ciel nocturne,
BOUTARIC (A.). - Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère,
BOUTARIC (A.). - L'action chimique de l'effluve électrique et la loi de Faraday,
BOUTARIC (A.). - La téléphotographie,
BRAGG (Sir William). - Les électrons,
BRUNINGHAUS (L.). - La fabrication du verre d'optique. Histoire. Etat actuel,
BRUNINGHAUS (L.). - Quelques applications du microscope,
BRUNINGHAUS (L.). - La structure des surfaces de verre travaillées,
BRUNINGHAUS (L.). - La mesure de l'intensité du son,
BUHL (A.). - Les théories einsteiniennes et le bon sens,
CAPITAN (Dr). - Le crâne fossile de Broken-Hill (Rhodesia),
CAPITAN (Dr). - Les silex tertiaires d'Ipswich,
CARRACIDO (José R.). - Le travail du rein, les glycosuries,
CHAUVOIS (Dr L.). - *Voir Labbé.*
CLAUDE (Georges). - Sur les accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter,
COUSTET (Ernest). - La photographie à la lumière artificielle,
COUSTET (Ernest). - L'Exposition coloniale de Marseille,
DAUPHINE (A.). - L'unité de plan morphologique et structural dans les plantes vasculaires,
DEBEAUPUIS. - Les Mines d'étain de la Malaisie britannique,
DELANGE (R.). - Relations entre l'odeur des composés organiques et leur constitution chimique,
DESLANDRES (Henri). - Sur les progrès de la télégraphie sans fil,
DUFRAISSE (Charles), - *Voir Moureu.*
EMBERGER (Louis). - Evolution des plastides dans le règne végétal,
FOCK (A.). - Les récents progrès dans le transport de l'énergie à haute tension,
FOCK (A.). - Le développement de l'automaticité dans les transmissions d'énergie électrique,
FOCK (A.). - Le chauffage au charbon pulvérisé,
FOCK (A.). - Le moteur Diesel compound,
FOCK (A.). - L'automobile électrique,
FOCK (A.). - Le Transsaharien,
FRANCHET (L.). - Emile Cartailhac (1844-1921),
FRANCHET (L.). - Emile Rivière (1835-1922),
GALLEANO (Giuseppe). - A propos d'un projet de calendrier mensuel fixe,
GANDILLOT (Maurice). - Débat sur la Relativité,
GARNIER (René). - Le mois mathématique à l'Académie des Sciences,
GILIS. - Jean Pecquet (1662 à 1674),
GIRARD (R.). - Recherches récentes sur l'oxyde de carbone,
GIRARD (R.). - Les tendances de l'Industrie de l'Argenture en Angleterre,
GIRARD (R.). - L'utilisation scientifique des produits de transformation du charbon,
GUILBERT (Dr Ch.). De l'utilisation de la lampe à trois électrodes,
HALLER (A.). - L'oeuvre de Laveran,
HALLER (A.). - *Voir Béhal.*
HANRIOT. - La monnaie, son évolution. Etat actuel,
HANRIOT. - La monnaie: propriétés et préparation des alliages,
HANRIOT. - La frappe de la monnaie: fausses monnaies,
JOLEAUD (L.). - La houille dans le Sud Algérien,
JOLEAUD (L.). - Les plus anciennes faunes de Mammifères tertiaires d'Europe,
JOLEAUD (L.). - Un anthropoïde du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord,
JOLEAUD (L.). - L'âge et la formation du loess,
JULIEN (G.). - Alfred Grandidier (1836-1921),
KILIAN (W.). - Sur le recrutement du personnel des Laboratoires scientifiques,
LABBE (M.) et CHAUVOIS (Dr L.). - L'alimentation des enfants dans les Ecoles au plein air,
LACROIX (A.). - La collection de pierres précieuses du Muséum d'Histoire naturelle. Un don magnifique,
LALLEMAND (Ch.). - Le rôle de l'Italie dans les progrès de la Géodésie et de la Géophysique,
LAUFER (Dr René). - Les bases médico-sociales de l'Orientation professionnelle,
LEBESGUE. - Les Professeurs de Mathématiques du Collège de France: Humbert et Jordan; Roberval et Ramus,
LEMOINE (Georges). - Le développement de la recherche scientifique,
LEMOINE (Paul). - La Sierra de Majorque,
LEMOINE (Paul). - Le Musée géologique régional de l'Université de Montpellier,
LEMOINE (Paul). - Le port submergé de Pharos, près d'Alexandrie,
LOHEST (Max) et BONAPARTE (Prince Roland). - Le Congrès de l'Institut international d'Anthropologie de Liège,
LUSK (Graham). - De l'influence de la Science française sur la Médecine,
MAILHE (A.). - Procédés de transformation des hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers,
MANGIN (L.). - La lutte contre les ennemis des végétaux,
MARCHIS. - La navigation aérienne commerciale,
MARINESCO (G.). - Les rapports de l'hérédité avec la biochimie et la chimie physique,
MARTEL (H.) et GERMAIN (R.). - Sur le rouge des salaisons,
MASCARELLI (Prof. Luigi). - Giacomo Gamician (1857-1922),
MAURIAC (Dr Pierre). - La spécificité et la personnalité biologique,

MERY (H.) et VAILLANT (R.). - L'Ecole de plein air: internat de Fontaine-Bouillant et ses résultats,
METZ (André). - La réaction universelle,
MOUREU (Charles). - La Confédération des Sociétés scientifiques françaises,
MOUREU (Charles). - Inauguration des Presses universitaires de France,
MOUREU (Charles). - La troisième Conférence internationale de la Chimie,
MOUREU (Charles) et DUFRAISSE (Charles). - Sur l'autoxydation: les antioxygénes,
MOYE (Marcel). - L'emploi du courant alternatif dans les postes de réception de T. S. F.,
NEGRIS (Ph.). - L'Atlantide,
PAUCOT (R.). - La durée et la conception einsteinienne du temps,
PELLAT (Solange). - Les méthodes modernes de l'expertise en écritures,
PEREZ (Ch.). - L'enseignement de la Zoologie à la Sorbonne,
PHISALIX (Marie). - Les serpents venimeux,
PICARD (Emile). - La vie et l'oeuvre de Pierre Duhem,
PICARD (Emile). - Sur la session du Conseil international de recherches tenue à Bruxelles en juillet 1922,
RABAUD (Dr Etienne). - Les Tropismes,
RAZOUS (Paul). - Quelques économies possibles de main-d'oeuvre,
REGNAULT (Félix). - L'évolution du Cinéma,
RICHARDS (Théodore W.). - La signification actuelle des poids atomiques,
RIGOTARD (Laurent). - Une association générale des Conservateurs de collections publiques de France,
RIGOTARD (Laurent). - Réformes et progrès récents dans le domaine agricole,
RIGOTARD (Laurent). - Les principaux et récents facteurs de la production agricole,
ROUCH (J.). - La prévision du temps à longue échéance,
ROUCH (J.). - Shackleton (Sir Ernest),
ROUCH (J.). - Le vent en altitude à Bayonne,
ROUCH (J.). - Les machines à sonder par grandes profondeurs,
ROUCH (J.). - L'amplitude de la marée à la surface du globe,
ROUCH (J.). - Sondages par faibles profondeurs,
RUTHERFORD (Sir Ernest). - La désintégration artificielle des éléments,
SAINT-PAUL (Bertrand). - Contribution à l'étude des phénomènes du pendule des sourciers,
THORPE (Sir T. Edward). - Les origines de la Bristish Association et la création du Department of scientific and industrial research,
THORPE (Sir T. Edward). - La théorie électronique de la matière. Les leçons de la guerre,
TROUESSARD (E.). - Les Jardins zoologiques d'Europe en 1912,
VAYSSIERES (P.). - La présence de la Fourmi d'Argentine en France,
VAYSSIERES (P.). - L'action insecticide de la chloropicrine; la désinfection des semences de coton,
VAYSSIERES (P.). - L'Anthonome et le ver rose de la capsule du coton,
VAYSSIERES (P.). - Leur importance économique,
VEIL (S.). - L'intervalle spectral entre les rayons X et la lumière,
VEIL (S.). - La séparation des isotopes du mercure,
VEIL (S.). - La résistance électrique aux grandes densités de courant,
VEIL (S.). - L'uranium au point de vue métallurgique,
VEIL (S.). - Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique,
VEIL (S.). - Le physicien dans la pratique de l'ingénieur,
VIALA (Pierre). - La Science et la Viticulture,

II. - TABLE ALPHABETIQUE DES MATIERES (Articles, Notes et Actualités, Académie des Sciences, Nouvelles, Vie scientifique universitaire, Nécrologie)

ABAQUES (Sur les avantages comparés des -) hexagonaux et des Abaques à points alignés,
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (19 décembre 1921),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (27 décembre 1921), (3 janvier 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (9 janvier 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (16 janvier 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (23 janvier 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (30 janvier 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (6 février 1922,
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (13 février 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (20 février 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: 27 février 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (6 mars 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: 13 mars 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (20 mars 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (27 mars 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (3 avril 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (10 avril 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (18 avril 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (24 avril 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (1er mai 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (8 mai 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (15 mai 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (22 mai 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (29 mai 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (6 juin 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (12 juin 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (19 juin 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (26 juin 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (5 juillet 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (10 juillet 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (17 juillet 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (24 juillet 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (31 juillet 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (7 août 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (16 août 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (21 août 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (28 août 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (4 septembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (11 septembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (18 septembre 1922),

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (25 septembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (2 octobre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (9 octobre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (16 octobre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (23 octobre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (30 octobre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (6 novembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (13 novembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (20 novembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (27 novembre 1922),
ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS: Séances du: (4 décembre 1922),
ACOUSTIQUE des voyelles (Nouvelles recherches sur la nature de l'-),
AERONAUTIQUE (Les tendances actuelles de l'-),
AIR LIQUIDE (Une nouvelle utilisation de l'-),
ALBANIE (La tectonique de l'-),
ALIMENTATION (L'-) des enfants dans les Ecoles au plein air,
ALLUVIONS (L'analogie de disposition des -) quaternaires de la vallée du Rhin et de la vallée de la Seine,
AMIDON (Sur la constitution de l'-),
AMMONIAQUE (Sur des accidents observés dans la synthèse de l'-) par les hyperpressions et les moyens de les éviter,
ANTHONOME (L'-) et le Ver rose de la capsule du coton. Leur importance économique,
ANTHROPOIDE (Un -) du Miocène supérieur de l'Amérique du Nord,
ANTISEPTIQUES (Les -) et la conservation des denrées alimentaires,
ARACHIDES (La culture des -),
ARMENIE (L'-),
ARGENTURE (Les tendances de l'industrie de l'-) en Angleterre,
ASSOCIATION (Une -) générale des Conservateurs de collections publiques de France,
ASSOCIATIONS minérales (Causes possibles des -),
ASTEROIDES (Origine des -),
ATLANTIDE (L'-),
AUDITION et résonance,
AUTOMATICITE (Le développement de l'-) dans les transmissions d'énergie électrique,
AUTOXYDATION (Sur l'-). Les antioxygènes,
AVIATION (L'-) en Chine,
AVIONS sans moteur,
AZOTE (Modifications actives de l'-) et de l'hydrogène produites par les rayons
AZOTE (Modifications actives de l'-) Les procédés de fixation de l'azote et la Société des Ingénieurs civils,
AZOTE (L'industrie de l'-) en Allemagne,
BACILLES (Propriétés des -) tuberculeux biliés,
BALISAGE (L'organisation économique du -) lumineux,
BASES (Les -) médico-sociales et l'Orientation professionnelle,
BIOLUMINESCENCE chez les Coelentérés,
BLE (La production du -),
BOURQUELOT (Emile),
BRITISH ASSOCIATION (Les origines de la -) et la création du Department of scientific and industrial research,
CACAOYER (Sélection du -),
CAFE (La production du -) dans nos colonies et les importations en France,
CALENDRIER (A propos d'un projet de -) mensuel fixe,
CALVITIE (La -) précoce,
CAMPHRE (Le -) naturel et le Camphre synthétique,
CARBONISATION (La -) à basse température, source de carburants,
CARBURANTS (Les -) nationaux et leur étude scientifique,
CARTHAILHAC (Emile),
CENTRALE THERMIQUE (Une -) américaine,
CHALEUR PERDUE (L'utilisation de la -) des fours rotatifs,
CHALEUR SOLAIRE (Origine de la -),
CHARBON (Le -) du Chantoung,
CHARBON (La plus puissante couche de -) du monde,
CHARRIAGE (L'ampleur des phénomènes de -) dans la chaîne hercynienne,
CHAUFFAGE (Le -) au charbon pulvérisé,
CHLORE industriel (Le -),
CHLOROPICRINE (L'action insecticide de la -); la désinfection des semences de coton,
CIAMICIAN (Giacormo),
CIMENT fondu (Le -) et le béton armé,
CIMENTS (Les -) artificiels à haute résistance,
CINEMA (L'évolution du -),
CINEMA (L'évolution du -), Un précurseur du cinéma; le théâtre optique,
COLLECTIONS (L'utilité des -) régionales d'Histoire naturelle,
COMORES (Le volcan des -),
COMPAS gyroscopiques (Les -) employés dans la marine,
CONFERENCE (La troisième -) internationale de la Chimie,
CONGRES (Le -) de l'Institut international d'Anthropologie de Liège,
CONSEIL international de Recherches (Sur la session du -) tenue à Bruxelles en juillet 1922,
CONSERVATEURS (Le Congrès de l'association des -) des collections publiques de France,
CONSTRUCTIONS (Les -) navales en Angleterre, aux Etats-Unis et au Japon,
CONTROLE électrométrique (Avantages du -) de la réaction du milieu dans les industries biochimiques,
COPRAH (Le -) commercial,
COTON (Le -) du Cambodge,
COURANT ALTERNATIF (L'emploi du -), dans les postes de réception de T. S. F.,
COURANTS (La mesure des -) de la mer,
COURANTS (La mesure des -) Les causes des courants de la mer,
CRANE FOSSILE (Le -) de Broken Hill (Rhodesia),
CUISINE (La -) électrique aux Etats-Unis
DAPHNIES (L'intersexualité chez les -),
DESINTEGRATION (La -) artificielle des éléments,

DETERMINISME (Le -) des caractères sexuels secondaires chez les Poissons et les Batraciens,
DETERMINISME Le déterminisme des caractères sexuels chez les Poissons,
DEVELOPPEMENT-FIXAGE (Recherches sur le -),
DIASTASE (Recherches sur une -) capable de souder des chaînes carbonées,
DIESEL (Le moteur -) compound,
DIRIGEABLE (Un -) à air raréfié,
DISSOCIATION électrolytique de l'eau et considérations générales sur la conductibilité,
DISSOLUTION DES GAZ (Théorie de la -) dans les liquides,
DUHEM (La vie et l'oeuvre de Pierre -),
EAU (L'-) oxygénée pure,
ECOLE de plein air (L'-): internat de Fontaine-Bouillant et ses résultats,
ECONOMIES (Quelques -) possibles de main-d'oeuvre,
ECRITURES (Les méthodes modernes de l'expertise en -),
EFFLUVE ELECTRIQUE (L'action chimique de l'-) et la loi de Faraday,
EINSTEINIENNE (La durée et la conception -) du Temps,
ELECTRICITE (L'-) rurale,
ELECTRIFICATION (L'-) des voies ferrées françaises,
ELECTROCULTURE (Expériences d'-),
ELECTROLYSEURS (Les nouveaux -) à diaphragmes employés dans l'industrie de la soude électrolytique,
ELECTRONS (Les -),
EMULSIONS (Ultra sensibilisation des -),
ENERGIE à haute tension (Les récents progrès dans le transport de l'-),
ENERGIE HYDRAULIQUE (Créations de réserves d'-) aux altitudes élevées,
ENGRAIS CHIMIQUES (Propagande pour développer l'emploi des -),
ENSEIGNEMENT (L'-) de la Zoologie à la Sorbonne,
ENTOMOLOGIE appliquée (Un curieux exemple d'-),
ETAIN (Les mines d'-) de la Malaisie britannique,
EVAPORATION et écoulement,
EXPEDITION (L'-) polaire de Stefansson au Nord de l'Alaska,
EXPOSITION (L'-) coloniale de Marseille,
FAUNES (Les plus anciennes faunes) de Mammifères tertiaires de l'Europe,
FECONDATION artificielle des oeufs de Nereis,
FER (L'épuisement de nos ressources en -),
FICHE (La -) sanitaire individuelle et l'Institut de la Prévoyance médicale,
FILS métalliques explosant sous l'action de la décharge,
FOIE (Origine du sang dans le -) embryonnaire des Mammifères,
FOURMI (La présence de la -) d'Argentine en France. Moyens de lutte,
GALVANOMETRE (Un -) acoustique pour la mesure des petits courants alternatifs,
GALY-CAZALAT, inventeur de l'acier dit "Bessemer",
GENELITE (Un alliage pour paliers, la -),
GEODESIE (Le rôle de l'Italie dans les progrès de la -) et la Géophysique,
GEOLOGIE (La -) appliquée,
GLACE (Fabrication de la -) à l'aide de l'eau de mer,
GLACIERS (Les variations des -) suisses,
GRAISSES (Les -) alimentaires d'huiles,
GRANDIDIER (Alfred),
GREFFE (La -) des yeux chez les Mammifères Amphibiens et Poissons,
GREFFE (La -) La greffe des yeux et la vision,
GRIPPE (Essais de traitement de la -) par l'hépothérapie sous-cutanée,
GUADELOUPE (La -),
HELIOTHERAPIE (Sur le mécanisme de -),
HELIUM (La première utilisation de l'-) en aéronautique,
HEREDITE (Les rapports de l'-) avec la Biochimie et la Chimie physique,
HOUILLE (La -) dans le Sud Algérien,
HOULES (La prédiction des -) du Maroc,
HUILES ESSENTIELLES nouvelles du Tonkin,
HUILES ESSENTIELLES nouvelles du Tonkin, (Pouvoir antiseptique des -),
HYDRAULIQUES (Les ressources -) du Canada,
HYDROGLISSEURS (Les -), aux colonies,
HYPERSENSIBILISATION par teinture,
ILES ALLEMANDES (Les anciennes îles -) du Pacifique,
INDICE DE REFRACTION (Variations d'indice de réfraction au voisinage de la surface du verre,
INDUCTION (Chauffage par -) à haute fréquence,
INDUSTRIE chimique organique (La crise de notre -) et la Défense nationale,
INDUSTRIE (L'industrie) frigorifique,
INDUSTRIES (Les industries) minières en Indo-Chine,
INFECTION cholèrique (Recherches sur le mécanisme de l'infection cholèrique) et de la vaccination par voie buccale,
INSECTES (Les -) acéphales et les greffes de la tête,
INSTITUT (L'-) de chimie industrielle de l'Université de Bucarest,
INJECTIONS (Les -) intra-cardiaques,
INTERVALLE SPECTRAL (L'intervalle spectral) entre les rayons X et la lumière,
IONISATION (L'-) de l'atmosphère,
IONISATION (L'-) Sur l'ionisation des gaz pendant les réactions chimiques,
IONISATION (L'-) produite par les électrons,
IONISATION (L'-) Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique,
ISOTOPES (La séparation des -) du mercure,
ISOTOPES et poids atomiques,
ISOTOPES (Les) de l'étain,
JARDINS zoologiques (Les -) d'Europe en 1912,
JUBILE (Le -) scientifique de M. Henry Le Chatelier,
JUTE (Le -),
LABORATOIRE (Un nouveau -) d'essais électriques à 200.000 volts,
LAMPE à trois électrodes (De l'utilisation de la -),
LAVERAN (L'oeuvre de -),

LEMOINE (L'oeuvre du chimiste Georges -)
LIMON (Origine du -) (ergeron) des environs de Paris,
LOESS (L'âge et la formation du -),
LUMINESCENCE produite par l'action des flammes,
LUMINOSITE (La -) du ciel nocturne,
MACHINES à sonder (Les -) par grandes profondeurs,
MAGNETIQUE (Un modèle -) de la constitution de l'atome,
MALT (Utilité de la farine de -) dans l'alimentation des malades,
MANGANESE (Le -) normal dans les végétaux,
MAREE (L'amplitude de la -) à la surface du globe,
MATIERE (Conception relativiste de la -),
MERSENNE (Le Père -) et Galilée,
MICRO-ANALYSE (La -) organique et gravimétrique,
MICROSCOPE (Quelques applications du -),
MOBILISATION (La -) scientifique et technique,
MOBILISATION (La -) Le problème de la mobilisation technique et scientifique,
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (novembre 1921),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (décembre 1921),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (janvier 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (février 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (mars 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (avril 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (mai 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (juin 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (juillet 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (août 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (septembre 1922),
MOIS mathématique à l'Académie des Sciences: (octobre 1922),
MONNAIE (La -). Son évolution. Etat actuel,
MONNAIE (La -). La monnaie: propriétés et préparation des alliages,
MONNAIE (La -). La frappe de la monnaie: fausses monnaies,
MOTEURS DIESEL (L'emploi des -) dans les réseaux de distribution et d'alimentation hydro-électrique,
MOTEUR STILL (Le -),
MOULE (Répartition géographique de la -) comestible sur les côtes de France,
MUSEE géologique (Le -) régional de l'Université de Montpellier,
NAVIGATION (La -) aérienne commerciale,
NAVIRES ALLEMANDS (Les -) à moteur,
NAVIRES A MOTEUR (La construction mondiale des -),
NECROLOGIE: Baudin (Louis),
NECROLOGIE: Jordan (Camille),
NECROLOGIE: Ciamician (Giacomo),
NECROLOGIE: Shackleton (Ernest),
NECROLOGIE: Ranvier (Louis),
NECROLOGIE: Guye (Ph.),
NECROLOGIE: Benoît (René),
NECROLOGIE: Solvay (Ernest),
NECROLOGIE: Favé (Louis),
NECROLOGIE: Bellul Graham Bell,
NECROLOGIE: Bouty (Edmond),
NECROLOGIE: Lemoine (Georges)
NICKEL (Les minerais de -) au Yunnam,
NOMOGRAPHIE (L'histoire de la -),
NOMOGRAPHIE (L'histoire de la -), A propos des principes fondamentaux de la nomographie,
NOUVELLES,
NOYAUX (La constance du nombre des -) dans les divers organes d'un Rotifère,
ODEUR (Relations entre l'-) des composés organiques et leur constitution chimique,
OEUF (Biologie de l'-) de Sabellaria,
OR (Une nouvelle mine d'-) près de Singapore,
OTOLOGIE (Essai sur l'évolution de l'-),
OXYDATION L'-) des chaudières et les méthodes modernes de protection,
OXYDE DE CARBONE (Recherches récentes sur l'-),
PALMIER PEJIBAYE (Le -) de l'Amérique tropicale,
PAPAYER (Composition du fruit de -),
PARENCHYME (Recherches sur le -) des vers plats,
PARTICULES [...] (Utilisation des -) comme détonateurs,
PASSAGE du Nord-Est, Le -),
PECHES (La Semaine des -) de la Rochelle,
PECQUET (Jean),
PERFORATION (L'inventeur de la -),
PHARE (Un -) d'aviation,
PHOSPHATES (Les -) du Maroc,
PHOTOGRAPHIE (La -) à la lumière artificielle,
PHOTOSYNTHESE et assimilation chlorophyllienne,
PHYSICIEN (Le -) dans la pratique de l'ingénieur,
PIERRES PRECIEUSES (La collection de -) du Muséum d'Histoire naturelle. Un don magnifique,
PLAINE (Pourquoi on ne voit pas la -) du haut des montagnes,
PLANAIRES (La reproduction des -),
PLASTIDES (Evolution des -) dans le règne végétal,
PLUIE (La variabilité de la quantité de -) d'une année à l'autre,
PETROLE (Le -) du Siam,
PETROLE (Le pétrole),
POIDS ATOMIQUES (La signification actuelle des -),
POISSONS (La recherche des bancs de -),
POMPES (Mesure de rendement des -) par la méthode thermométrique,

PONTS en pierre (Sur les perfectionnements apportés à la construction des -),
PORT (Le -) de Brest,
PORT Le port submergé de Pharos, près d'Alexandire,
POUSSIERES (Précipitation électrique des -) et des fumées),
PRESSES UNIVERSITAIRES (Inauguration des -) de France,
PRODUCTION AGRICOLE (Les principaux et récents facteurs de la -),
PRODUITS DE TRANSFORMATION du charbon (L'utilisation scientifique des -),
PROFESSEURS (Les -) de mathématiques du Collège de France: Humbert et Jordan; Robervale et Ramus,
PROJECTEUR A ARC sans ombres portées,
PROJET d'organisation d'une station météorologique Atlantique,
PROTOPLASMA (Effets de l'acide carbonique sur le -),
PSEUDO-BERIBERI (Le -),
QUINIDINE (La -) dans le traitement de l'arythmie complète du coeur,
RADIOMETALLOGRAPHIE (La -),
RAFFINAGE (L'évolution de l'industrie du -) du pétrole en France,
RAISIN (Les diverses utilisations du -),
RAYONNEMENT (Nouveau -) à courte longueur d'onde,
RAYONNEMENT de l'atmosphère (Recherches sur le -),
REACTION (La -) universelle,
RECHERCHE SCIENTIFIQUE (Le développement de la -),
RECENSEMENT (Le -) de la population en France et en Algérie en 1921,
RECONSTRUCTION des ouvrages d'art des Chemins de fer du Nord et de l'Est,
RECRUTEMENT (Sur le -) du personnel des laboratoires scientifiques,
REFORME (La -) de l'enseignement secondaire,
REFORMES et progrès récents dans le domaine agricole,
REIN (Le travail du rein), les Glycosuries,
RELATION entre la composition et la stabilité du verre,
RELATIVITE (Débat sur la relativité),
RENFORCEMENT très intense,
REPUBLIQUE ARGENTINE (La République Argentine): sa situation économique,
RESEAU (Un -) suisse d'énergie à 135.000 volts,
RESISTANCE (Limites de -) au froid des chenilles,
RESISTANCE (Limites de -) Les limites de la résistance des animaux à la dessiccation,
RESISTANCE ELECTRIQUE (La -) aux grandes densités de courant,
REVELATEUR concentré d'emploi universel,
RICHESSE (La -) du sous-sol chinois,
RICINS (Les -) d'Indo-Chine,
RIGIDITE (La -) de la Terre d'après des expériences récentes,
RIVIERE (Emile),
ROUGEOLE (Prophylaxie de la rougeole) par les injections préventives de sérum de convalescent,
SALAISONS (Sur le "rouge" des -),
SCIENCE (La -) et la Viticulture,
SCIENCE (La -) De l'influence de la science française sur la médecine,
SCIENCE (La -) La science russe en péril,
SECRETIONS (Les -) de l'oeuf et la fécondation,
SECRETIONS (Les -) Les secrétions internes chez les Amphibiens,
SERPENTS (Les -) venimeux,
SHACKLETON (Sir Ernest),
SIDERURGIE (Les progrès de la -),
SIERRA DE MAJORQUE (La -),
SILEX (Les -) tertiaires d'Ipswich,
SOCIETES scientifiques françaises (La Confédération des -),
SOIERIES (La production lyonnaise des -) en 1921,
SOJA (L'utilisation des graines de -),
SON (La mesure de l'intensité du -),
SONDAGES par faibles profondeurs,
SONOMETRE (Le -) optique de Hilger,
SONS (Intensité minima des -) perceptibles pour l'oreille dans le cas des fréquences élevées,
SONS (Intensité minima des -) Etude expérimentale de la propagation du son dans l'atmosphère,
SORGHO (Le -), son emploi pour l'alimentation du bétail,
SOUGHET (Le -) comestible (*Cyperus esculentus* L.),
SOURCIERS (Contribution à l'étude des phénomènes du pendule des -),
SPECIFICITE (La -) et la personnalité biologique,
STABILITE (La -) des atomes,
STRUCTURE (La -) des surfaces de verre travaillées,
SULFURE DE ZINC (Sur le -) phosphorescent,
SYRIE (La -), sa valeur agricole, son avenir,
TELEGRAPHIE SANS FIL (L'état actuel de la -) et ses applications scientifiques,
TELEGRAPHIE SANS FIL (L'état actuel de la -) Sur les progrès de la télégraphie sans fil,
TELEPHOTOGRAPHIE (La -),
TEMPS (La prévision du -) à longue échéance,
TERRE-NEUVE,
TEST-OBJETS pour l'étude du pouvoir séparateur du microscope,
THEORIES einsteiniennes (Les -) et le bon sens,
THEORIE (La -) électronique de la matière. Les leçons de la guerre,
TRANSPORTS FRIGORIFIQUES,
TRANSSAHARIEN (Le -),
TREMBLEMENT de terre (Les enseignements du -) pyrénéen de novembre 1920,
TROPISMES (Les -),
TOGO (Le -),
TUBERCULOSE (Les bases actuelles du problème de la -),
TUNGSTENE (Les gisements chinois de -),
URANIUM L'-) au point de vue métallurgique,
UREE (L'-), engrais azoté de forte concentration,

USINE (Une nouvelle -) hydroélectrique,
VARIATIONS (Sur l'origine des -),
VEGETAUX (Les -) aromatiques de Madagascar,
VEGETAUX (Les -) La lutte contre les ennemis des végétaux,
VENT (Le -) en altitude à Bayonne,
VERRE (Les progrès de l'industrie du -),
VERRE d'optique (La fabrication du -). Histoire. Etat actuel,
VERRES D'OPTIQUE (Une nouvelle méthode pour assembler les -),
VIE scientifique universitaire,
VIE (La durée de la -) chez une mouche et chez l'homme,
VINS (L'analyse dite commerciale des vins),
VOL (Le -) à la voile,
VOYAGE (Le -) de la "Curieuse" aux îles Kerguelen,
III. - TABLE ALPHABETIQUE (Chronique Bibliographique, Publications nouvelles)
ACHALME (Dr). - Les édifices physicochimiques,
ADAMS (Roger). - Synthèses organiques,
AGENDA LUMIERE-JOUGLA, 1922,
AJUSTEMENT (L'-) et l'essai des objectifs de lunettes,
ALEMBERT (Jean d'). - Traité de dynamique,
ANDOYER (H.). - L'oeuvre scientifique de Laplace,
ANDRADE (J.). - Les organes réglants des chronomètres,
ANDRIMONT (d'), FRAIPONT (C.) et ANTHOINE (R.). - La géologie mise à la portée de tous,
ANNALES hydrographiques,
ANNALES des postes et des télégraphes,
ANNEE (L'-) biologique,
ANNUAIRE LAMBERT,
ANSTETT. - Cours d'analyse et d'essai de matériaux de construction,
APOSTOL (Paul) et MICHELSON (Alexandre). - La lutte pour le pétrole et la Russie,
APPELL (P.). - Eléments de la théorie des vecteurs et de la géométrie analytique,
ARTHUS (Maurice). - De l'anaphylaxie à l'immunité,
ASTIER. - Formulaire,
AUGER (Victor). - Les principes de l'analyse chimique,
BALLARD (C.-W.). - The elements of vegetable histology,
BARRE (M.-E.). - Eléments d'électrotechnique générale,
BAUD (M.-P.). - Les industries chimiques régionales de la France,
BESREDKA (Dr A.). - Histoire d'une idée. L'oeuvre de Metchnikoff,
BERGSON (Henri). - Durée et simultanéité,
BERTHELOT (Daniel). - La physique et la métaphysique des théories d'Einstein,
BIGELOW (Frank). - A meteorological treatise in the circulation and radiation in the atmospheres of the eart hand of the sun,
BLANC (M.-A.). - Rayonnement. Principes scientifiques de l'éclairage,
BLOCH (Léon). - Théorie cinétique des gaz,
BOHN (Georges). - Le mouvement biologique en Europe,
BOILEAU (Ch.). - Le chauffage électrique,
BOISSONNADE (P.). - Le travail dans l'Europe chrétienne au moyen âge,
BOLL (Marcel). - La science et l'esprit positif chez les penseurs contemporains,
BOLL (Marcel). - Attardés et précurseurs,
BOREL (Emile). - L'espace et le temps,
BOULLANGER (Eugène). - Malterie et Brasserie,
BOURCART (Jacques). - L'Albanie et les Albanais,
BOURCART (Jacques). - Les confins albanais administrés par la France,
BOURGEOIS (R.) et NOIREL (H.). - Géodésie élémentaire,
BRAIVE (J.). - Formulaire des Centraux,
BRANISLAV PETRONIEVICS. - L'évolution universelle,
BRACHET (A.). - Traité d'embryologie des Vertébrés,
BRUNHES (Jean) et VALLAUX (Camille). - La Géographie de l'Histoire,
BUCHNER (Paul). - Tier und Pffanze in intrazellularer Symbiose,
BURKITT (M.-C.). - Prehistory,
CAMPBELL (Morman-Robert). - Modern electrical theories,
CANTINEAU (F.-L.). - Commissions anglaises relatives à l'emploi des composés de plomb dans les travaux de peinture,
CANTINEAU (F.-L.). - La Céruse,
CARNOY (Albert). - Les Indo-Européens,
CARTAN (E.). - Leçons sur les invariants intégraux,
CATALOGUE of Cretaceous bryozoa,
CAULLERY (M.). - Le parasitisme et la symbiose,
CAZENEUVE (Paul) et MOREL (Albert). - Résumé analytique du Cours de Chimie organique,
CELMAR (L.). - L'âme et ses réincarnations,
CELLULE (La),
CHAUTARD (Jean). - Les gisements de pétrole,
CHAUVEAU (B.). - Electricité atmosphérique,
CHEVALLIER (Aug.). - Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre,
CLAPHAM (Ch.-B.). - Metric system for engineers,
CLERC (L.-P.). - Science, technique et industries photographiques. T. I.,
CLERC-RAMPAL (G.). - Les Navires,
CONTENEAU (Dr). - La civilisation assyrobabylonienne,
CORNUBERT (R.). - Dictionnaire français-anglais-allemand de mots et locutions intéressant la Physique et la Chimie,
COUSTET (Ernest). - Où en est la photographie,
CRUVEIHIER (P.). - Les principaux résultats des nouvelles fouilles de Suse,
CUMBERBATCH (Dr Elkin-P.). - Diathermy,
CUNNINGHAM (E.). - Relativity. The electron theory and gravitation,
CUSHMAN (J.-A.). - Foraminifera of the Philippine and adjacent seas,
DAVISON (Charles). - A manual of seismology,
DELAFOSSE (Maurice). - Les Noirs de l'Afrique,
DELPHY (Jean). - Etudes sur l'organisation et le développement des Lombriciens linicoles thalassophiles,
DESESQUELLE et NIEWENGLOWSKI. - Dictionnaire pratique de Médecine et d'Hygiène,

DUPRE (Michel). - La Gymnastique sportive,
DWIGHT SAUNDERSON (E.). - Insect pests of farm, garden and orchard,
EDDINGTON (A.-S.). - Espace, Temps et Gravitation,
EMANAUD (E.). - Géométrie perspective.
ENDARA (J.). - José Ingenieros y el porvenir de la filosofia,
ESCARD (Jean). - L'aluminium dans l'industrie,
FABRE (J.-H.). - Souvenirs entomologiques,
FAVRE (Louis). - Culture générale, méthode scientifique, esprit scientifique,
FOWLER (A.). - Report on series in line spectra,
FREUD (Simon). - Introduction à la psychanalyse,
FULLER (Henri-C.). - The Chemistry and analysis of drugs and medicines,
GALIPPE (V.) et SOUFFLAUD (M^{me} G.). - La vie de la matière,
GATTEFOSSE (R.-M. et J.). - Nouveaux parfums synthétiques,
GASTE (Maurice de). - La bêtise humaine et la science de la vie,
GENTIL (Louis). - Carte géologique provisoire du Maroc,
GLASSON. - La guerre future,
GOFFART (Jules). - Les premières leçons de chimie,
GOURSAT (Edouard). - Leçons sur le problème de Pfaff,
GRAVIS (A.). - Eléments de morphologie végétale,
GRAVIS (A.). - Eléments de physiologie végétale,
GRAY (Andrew). - Absolute measurements in Electricity and Magnetisme,
GUIART (J.) et GRIMBERT (L.). - Précis de diagnostique chimique, microscopique et parasitologique,
GUILLET (L.), Traité de métallurgie générale,
GUYE (Ch.-Eug.). - L'évolution physico-chimique,
HACKSPILL (L.). - L'Azote,
HAWK (Philip B.). - Practical physiological chemistry,
HICKS (W.-M.). - A treatise on the analysis of spectra,
HOVELAQUE (Emile). - Le Japon,
HUC (P.). - Manuel du tanneur, mégissier, corroyeur,
HUGUET (L.) et SUFFRIN-HEBERT (M.). - Calculs aérodynamiques des avions,
HUMBERT (Pierre). - Introduction à l'étude des fonctions elliptiques,
JACOB (Ch.). - Etudes géologiques dans le Nord-Annam et le Tonkin,
JACOB (L.). - La résistance de l'air et l'expérience,
JANET (Charles). - Considérations sur l'être vivant, II^{e} partie,
JOLTRAIN (D^{r} Ed.). - La peste,
JUMELLE (H.). - Les huiles végétales,
JUPPE (Fernand). - L'apothicairerie en Béarn,
KLING (A.). - Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris,
LACROIX (A.). - Minéralogie de Madagascar, T. I,
LAMBLING (E.). - Précis de biochimie,
LAMOTTE (Marcel). - Cours de mécanique appliquée,
LAPLACE (P.-S.). - Essai philosophique sur les probabilités,
LASSEUR (Ph.) et SPILLMANN (L.). - Réactions anticorps. Etude quantitative de la fixation de l'Alexine, Fasc. I,
LEDOUX-LEBARD (R.) et DAUVILLIER (A.). - La Physique des rayons X,
LEDUC (Stéphane). - L'énergétique de la vie,
LEFEBURE (Victor). - L'énigme du Rhin,
LEMERAY (E.-M.). - Leçons élémentaires sur la gravitation d'après la théorie d'Eintein,
LEMOINE (Paul). - Traité pratique de Géologie,
LE ROUZIC (Z.). - Les monuments mégalithiques de Carnac et de Locmariaquer. Leur destination. Leur âge,
LE ROUZIC (Z.). PEQUART (M. et M^{me} St-Just). - Carnac, Fouilles faites dans la région,
LESUR (Léon). - Théorie de la combustion et utilisation des combustibles,
LEVY (Paul). - Leçons d'analyse fonctionnelle,
LEWKOWITSCH (J.). - Chemical technology and analysis of oils, fats and waxes,
LIGGINSON (Edwin-W.). - Vade-mecum de l'inventeur,
LOEB (J.). - Les protéines et la théorie de leurs propriétés colloïdales,
LOIR (A.) et LEGANGNEUX (A.). - Précis de muséologie pratique,
LORQUET (Paul). - L'Art et l'Histoire,
LUMIERE (Auguste). - Rôle des colloïdes chez les êtres vivants,
MAC LEOD (A.). - Introduction à la géométrie non-euclidienne,
MACALISTER (R.-A.-S.). - A Text-book of European archeology,
MANCINI (Nicollo). - Magnetizzazione della elettricita,
MAROGER (E.). - La goutte d'eau,
MARTINDALE et WESCOTT. - The extra pharmacopoeia,
MARTONNE (Em. de). - Les régions géographiques de la France,
MAUBLANC (A.). - Les champignons de France,
MAURAIN (Ch.). - Répertoire de Laboratoires français,
MAURETTE (Fernand). - Les grands marchés des matières premières,
MAXWELL (D^{r} J.). - La Magie,
MILLER (Emile). - Pour qu'on aime la Géographie,
MOLLIARD. - Nutrition de la Plante,
MONTESSUS DE BALLORE (R. de). - Index Generalis,
MOREUX (Th.). - Où en est l'astronomie,
MORGAN (Jacques de). - L'humanité préhistorique,
NELSON COURTLAND. - Forest products. Their manufacture and use,
NERNST (W.). - Traité de chimie générale, T. L,
NEVEUX (M.-V.). - Stations centrales. Postes de transformation et lignes de transmission de force,
NEVILLE (E.-H.). - The fourth dimension,
NORDMANN (Charles). - Einstein et l'Univers. Une lueur dans le mystère des choses,
OLLIVIER (H.). - Cours de physique générale. T. I,
OSBORN (H.-F.). - L'origine et l'évolution de la vie,
OUVRAGES récemment parus,
PARIS (P.). - Faune de France, II, les Oiseaux,
PARREL (D^{r} G. de). - Précis de thérapeutique médicale oto-rhino-laryngologique,
PASCAL (Paul). - Métallurgie,

PATTERSON (Austin-M.). - A French-English dictionnary for chemists,
PENARD (E.). - Etudes sur les infusoires d'eau douce,
PERROT (Emile) et GENTIL (Louis). - Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques,
PETIT (Victor). - Guide du soudeur au pétrole. Géologie appliquée,
PETROVITCH (Michel). - Mécanismes communs aux phénomènes disparates,
PHISALIX (M^me^). - Les animaux venimeux et les venins,
PICARD (Roger). - Le contrôle ouvrier sur la gestion des entreprises,
PITOIS (E.). - Le secret du temps de pose,
POINCET. - Turbines à vapeur,
POIREE (J.). - Précis d'arithmétique,
POMEY J.-B.). - Analogies mécaniques de l'électricité,
PORGET, AMALRIC et LEONARDON. - Esquisse agronomique et agrologique de la région de Sétif,
RABAUD (Etienne). - Eléments de biologie générale,
RAFFALOVICH (Arthur). - Le problème financier russe. La dette publique de la Russie,
RANC (Albert). - Les ingénieurs et la guerre. La mobilisation technique et scientifique,
RAZOUS (Paul). - Les scieries et les machines à bois,
ROUCH (J.). - Le Pôle sud,
ROUBERTY (J.). - Manuel de sucrerie,
ROUELLE (Jean). - La fonte,
ROUGIER (Louis). - La Structure des théories déductives,
ROULE (L.). - Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche,
ROSNY (G.-H.). - La Science et le pluralisme,
ROY (Louis). - Cours de Mécanique, T.,
RUTOT (A.). - La vie, ce qu'il faut en savoir,
SALIN (Edouard). - Le cimetière barbare de Lezéville,
SANCEY (A.). - Guide pour reconnaître facilement la plupart des champignons comestibles,
SAVOIE (A.). - Meunerie, boulangerie, pâtisserie,
SCHMITT (Waldo). - The marine decapod crustacea of California,
SCRINI et FORTIER (D^rs^). - Manuel pratique pour le choix des verres de lunettes et l'examen de la vision,
SMITH (Annie-Lorrain). - Lichens,
SOLOVINE (Maurice). - Science et Civilisation,
STEINMETZ (Ch. Pr.). - L'industrie électrique,
STEPHANIDES (Michel C.). - Essai d'une extension de l'inertie,
TEICHMAN (Eric). - Travels of a consular in North-West China,
TERMIER (Pierre). - A la gloire de la Terre,
THOMSON (J.-J.). - Electricité et matière,
TILLIEUX (J.). - Leçons élémentaires de physique expérimentale selon les théories modernes,
TILLIEUX (J.). - Essai d'un Traité élémentaire de Physique selon les théories modernes,
VESSIOT et MONTEL. - Cours de Mathématiques générales de la Faculté des Sciences de Paris,
VILAR (Albert). - La gamme majeure des physiciens aux musiciens,
VINCENT (Maxime). - Essai sur les principes des théories phys [...] ques suivi d'une théorie dynamique de la masse,
VOISIN (Jean). - Les Métaux précieux
WAGUET (Pierre). - Géologie agricole du département de l'Oise,
WAQUEZ (D^r^ H.). - Maladies du coeur,
WARCOLLIER (R.). - La Télépathie,
WILBOIS (Joseph). - La nouvelle éducation française,
WORMS (René). - La sociologie, sa nature, son contenu, ses attaches,
WUITNER (E.). - Les algues marines des côtes de France,

IV. - TABLE DES FIGURES

8, Le crâne fossile de Broken-Hill (Rhodesia), *page*
9, Sur des accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter, *page:*
13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. La fabrication du verre d'optique. Histoire. Etat actuel, *page:*
28. Les silex tertiaires d'Ipswich, *page:*
88. La frappe de la Monnaie: fausses monnaies, *page:*
89, 90, 91, 92. La cuisine électrique aux Etats-Unis, *page:*

V. - ABREVIATIONS

A. A. - Auric.
A. B. - Alb. B. - D^r^ A. Berthelot.
A. Bc. - Az. - A. Boutaric.
A. Drz. - A. Bohn-Drzewina.
A. F.-A. Foch.
A. L. - A. Lécaillon.
Bgd. - Bouligand.
A. R. - R. L. A. Rigaut
Dp. - Debeaupuis.
E. C. - E. Coustet.
L. Ft. - Fr. - L. Franchet.
J. R. - J. Rouch,
L. B. - L. Batcave.
L. Br. - L. Bruninghaus.
L. R. - L. Rigotard.
P. G.- P. Guérin.
P. L. - P. Lemoine.
P. La. - P. Larue.
R. D. - R. Dongier.
R. G. - R. Girard.
S. R. - Secrétariat de la rédaction.
S. V. - S. Veil.